Ce document constitue un outil de documentation et n'engage pas la responsabilité des institutions

►**B**

DIRECTIVE 2005/55/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 28 septembre 2005

concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

(JO L 275 du 20.10.2005, p. 1)

Modifiée par:

		Journal officiel		
		nº	page	date
►**M1**	Directive 2005/78/CE de la Commission du 14 novembre 2005	L 313	1	29.11.2005

▼B

DIRECTIVE 2005/55/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 28 septembre 2005

concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE

vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 95,

vu la proposition de la Commission,

vu l'avis du Comité économique et social européen ([1]),

statuant conformément à la procédure prévue à l'article 251 du traité ([2]),

considérant ce qui suit:

(1) La directive 88/77/CEE du Conseil du 3 décembre 1987 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules ([3]) est l'une des directives particulières relevant de la procédure de réception fixée par la directive 70/156/CEE du Conseil du 6 février 1970 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la réception des véhicules à moteur et de leurs remorques ([4]). La directive 88/77/CEE a été modifiée à plusieurs reprises et de façon substantielle pour introduire successivement des valeurs limites d'émissions de polluants plus strictes. À l'occasion de nouvelles modifications, il convient, dans un souci de clarté, de procéder à la refonte de ladite directive.

(2) La directive 91/542/CEE du Conseil ([5]) modifiant la directive 88/77/CEE, la directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules, et modifiant la directive 88/77/CEE du Conseil ([6]) et la directive 2001/27/CE ([7]) de la Commission portant adaptation au progrès technique de la directive 88/77/CEE du Conseil ont introduit des dispositions qui, bien qu'étant autonomes, ont un lien étroit avec le système établi par la

([1]) JO C 108 du 30.4.2004, p. 32.
([2]) Avis du Parlement européen du 9.3.2004 (JO C 102 E du 28.4.2004, p. 272) et décision du Conseil du 19 septembre 2005.
([3]) JO L 36 du 9.2.1988, p. 33. Directive modifiée en dernier lieu par l'acte d'adhésion de 2003.
([4]) JO L 42 du 23.2.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2004/104/CE de la Commission (JO L 337 du 13.11.2004, p. 13).
([5]) JO L 295 du 25.10.1991, p. 1.
([6]) JO L 44 du 16.2.2000, p. 1.
([7]) JO L 107 du 18.4.2001, p. 10.

▼B

directive 88/77/CEE. Dans un souci de clarté et de sécurité juridique, ces dispositions autonomes devraient être pleinement intégrées dans la refonte de la directive 88/77/CEE.

(3) Il est nécessaire que tous les États membres adoptent les mêmes prescriptions, en vue notamment de permettre la mise en œuvre, pour chaque type de véhicule, du système de réception CE qui fait l'objet de la directive 70/156/CEE.

(4) Le programme de la Commission sur la qualité de l'air, les émissions provenant du transport routier, les carburants et les technologies de réduction des émissions, ci-après dénommé «le premier programme "auto-oil"», a montré que de nouvelles réductions des émissions de polluants provenant des poids lourds étaient nécessaires pour se conformer aux futures normes relatives à la qualité de l'air.

(5) L'abaissement des valeurs limites d'émissions applicables à partir de 2000, qui correspondent à des réductions de 30 % des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures totaux, d'oxydes d'azote et de particules, a été identifié par le premier programme «auto-oil» comme une mesure clé pour atteindre un niveau satisfaisant de qualité de l'air à moyen terme. Un abaissement de 30 % de l'opacité des fumées d'échappement devrait également contribuer à réduire les émissions de particules. Les abaissements supplémentaires des valeurs limites d'émissions applicables à partir de 2005, qui correspondent à des réductions supplémentaires de 30 % du monoxyde de carbone, des hydrocarbures totaux et des oxydes d'azote et de 80 % des particules, devraient largement contribuer à améliorer la qualité de l'air à moyen et à long terme. Les valeurs limites supplémentaires pour les oxydes d'azote applicables en 2008 devraient permettre de réduire encore de 43 % la valeur limite d'émission de ces polluants.

(6) Les essais de réception portant sur les gaz polluants, les particules polluantes et l'opacité des fumées sont mis en place en vue de permettre une évaluation plus représentative du niveau d'émissions des moteurs dans des conditions d'essai qui sont plus proches de celles rencontrées par les véhicules en circulation. Depuis 2000, les moteurs à allumage par compression conventionnels et les moteurs à allumage par compression dotés de certains types d'équipements de contrôle des émissions ont été testés au cours d'un cycle d'essai en régimes stabilisés et d'un nouveau cycle d'essai en charge pour le contrôle de l'opacité des fumées. Les moteurs à allumage par compression pourvus de systèmes de contrôle des émissions perfectionnés ont, en outre, été testés au cours d'un nouveau cycle d'essai avec modes transitoires. À partir de 2005, tous les moteurs à allumage par compression devraient être testés sur l'ensemble de ces cycles d'essai. Les moteurs fonctionnant au gaz sont testés uniquement sur le nouveau cycle d'essai avec modes transitoires.

(7) Dans l'ensemble des conditions de charge choisies au hasard et dans une plage de fonctionnement définie, le dépassement des valeurs limites ne doit pas être supérieur à un pourcentage approprié.

(8) Au moment d'établir de nouvelles normes et procédures d'essai, il convient de tenir compte de l'impact que le futur accroissement du trafic dans la Communauté aura sur la qualité de l'air. Les travaux menés par la Commission dans ce domaine ont montré que l'industrie automobile européenne a accompli de grands progrès dans le perfectionnement de technologies permettant de réduire considérablement les émissions de gaz polluants et de particules polluantes. Néanmoins, il y a lieu de poursuivre les efforts en vue d'obtenir de nouvelles améliorations dans le domaine des valeurs limites d'émissions et d'autres prescriptions techniques, dans l'intérêt de la protection de l'environnement et de la santé publique. Les résultats des recherches en cours sur

▼B

les caractéristiques des particules ultrafines devront en particulier être pris en compte dans les futures mesures.

(9) Il est nécessaire que des améliorations supplémentaires soient apportées à la qualité des carburants afin de permettre un fonctionnement efficace et durable des systèmes de contrôle des émissions en service.

(10) Il convient d'introduire à partir de 2005 de nouvelles dispositions applicables aux systèmes de diagnostic embarqués (OBD) afin de faciliter la détection immédiate de la dégradation ou de la défaillance du système de contrôle des émissions du moteur. Cela devrait permettre de renforcer les capacités de diagnostic et de réparation, en améliorant de manière significative les niveaux d'émissions durables des poids lourds en service. Étant donné qu'au niveau mondial, la technique OBD pour moteurs diesel de poids lourds n'en est qu'à ses débuts, elle devrait être introduite dans la Communauté en deux étapes afin de permettre le développement du système, de manière à ce que le système OBD ne donne pas de fausses indications. Afin d'aider les États membres à veiller à ce que les propriétaires et exploitants de poids lourds s'acquittent de leur obligation de réparation des dysfonctionnements signalés par le système OBD, il conviendrait d'enregistrer la distance parcourue ou le temps écoulé depuis le moment où un dysfonctionnement a été signalé au chauffeur.

(11) Les moteurs à allumage par compression sont essentiellement durables et ils ont prouvé que, moyennant des entretiens appropriés et efficaces, ils pouvaient garder un niveau élevé de performances en matière d'émissions sur les distances très longues parcourues par les poids lourds dans le cadre d'activités commerciales. Toutefois, les futures normes en matière d'émissions imposeront l'introduction de systèmes de contrôle des émissions en aval du moteur, tels que les systèmes de réduction des émissions d'oxydes d'azote, les filtres à particules diesel et des systèmes qui sont une combinaison des deux, et, éventuellement, d'autres systèmes restant à définir. Il y a lieu par conséquent d'établir une prescription relative à la durée de vie, sur laquelle seront fondées les procédures de vérification de la conformité du système de contrôle des émissions d'un moteur durant toute cette période de référence. En établissant cette prescription, il conviendra de tenir dûment compte des distances considérables parcourues par les poids lourds, de la nécessité de prévoir des entretiens adéquats et effectués en temps opportun et de la possibilité de réceptionner les véhicules de la catégorie N_1 conformément soit à la présente directive, soit à la directive 70/220/CEE du Conseil du 20 mars 1970 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur ([1]).

(12) Les États membres devraient être autorisés à accélérer, par le biais d'incitations fiscales, la mise sur le marché de véhicules qui satisfont aux exigences arrêtées au niveau communautaire, pourvu que ces incitations respectent les dispositions du traité et répondent à certaines conditions prévues pour éviter des distorsions du marché intérieur. La présente directive n'affecte pas le droit des États membres d'inclure les émissions de polluants et d'autres substances dans la base de calcul des taxes de circulation des véhicules à moteur.

(13) Dans la mesure où certaines de ces incitations fiscales sont des aides accordées par les États au sens de l'article 87, paragraphe 1, du traité, elles devront être notifiées à la Commission conformément à l'article 88, paragraphe 3, du traité, afin d'être évaluées selon les critères de compatibilité pertinents. La notification de ces mesures conformément aux dispositions de la présente

([1]) JO L 76 du 6.4.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2003/76/CE de la Commission (JO L 206 du 15.8.2003, p. 29).

▼B

directive devra se faire sans préjudice de l'obligation de notification aux termes de l'article 88, paragraphe 3, du traité.

(14) En vue de simplifier et d'accélérer la procédure, il conviendrait de confier à la Commission la tâche d'adopter des mesures de mise en œuvre des dispositions fondamentales établies dans la présente directive ainsi que des mesures visant à l'adaptation des annexes de celle-ci à l'évolution des connaissances scientifiques et techniques.

(15) Il y a lieu d'arrêter les mesures nécessaires pour la mise en œuvre de la présente directive et son adaptation au progrès scientifique et technique en conformité avec la décision 1999/468/CE du Conseil du 28 juin 1999 fixant les modalités de l'exercice des compétences d'exécution conférées à la Commission ([1]).

(16) La Commission devrait examiner la nécessité d'introduire des valeurs limites d'émissions pour les polluants jusqu'à présent non réglementés, du fait d'une utilisation plus généralisée de nouveaux carburants de substitution et de l'introduction de nouveaux systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement.

(17) La Commission devrait présenter dans les meilleurs délais des propositions pour un nouveau niveau de valeurs limites applicables aux émissions de NO_x et de particules.

(18) Étant donné que l'objectif de la présente directive, à savoir la réalisation du marché intérieur par l'intermédiaire de l'introduction de prescriptions techniques communes relatives aux émissions de gaz polluants et de particules polluantes pour tous les types de véhicules, ne peut pas être réalisé de manière suffisante par les États membres et peut donc, en raison des dimensions de l'action, être mieux réalisé au niveau communautaire, la Communauté peut prendre des mesures, conformément au principe de subsidiarité consacré à l'article 5 du traité. Conformément au principe de proportionnalité tel qu'énoncé audit article, la présente directive n'excède pas ce qui est nécessaire pour atteindre cet objectif.

(19) L'obligation de transposer la présente directive en droit national devrait être limitée aux dispositions qui constituent une modification de fond par rapport aux directives précédentes. L'obligation de transposer les dispositions inchangées résulte des directives précédentes.

(20) La présente directive ne doit pas porter atteinte aux obligations des États membres concernant les délais de transposition en droit national et d'application des directives indiqués à l'annexe IX, partie B,

ONT ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE:

Article premier

Définitions

Aux fins de la présente directive, on entend par:

a) «véhicule», tout véhicule tel que défini à l'article 2 de la directive 70/156/CEE et propulsé par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz, à l'exception des véhicules de la catégorie M_1 dont la masse en charge maximale techniquement admissible est égale ou inférieure à 3,5 tonnes;

b) «moteur à allumage par compression ou moteur à gaz», la source de propulsion motrice d'un véhicule qui peut faire l'objet d'une réception en tant qu'entité technique distincte au sens de l'article 2 de la directive 70/156/CEE;

([1]) JO L 184 du 17.7.1999, p. 23.

▼B

c) «véhicule plus respectueux de l'environnement (EEV)», un véhicule propulsé par un moteur qui respecte les valeurs limites d'émissions à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I.

Article 2

Obligations des États membres

1. Pour des types de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz, si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII ne sont pas satisfaites et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne A des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1., les États membres:

a) refusent d'accorder la réception CE conformément à l'article 4, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE; et

b) refusent la réception de portée nationale.

2. Sauf dans le cas des véhicules et des moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII ne sont pas satisfaites et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne A des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres:

a) ne reconnaissent plus, aux fins de l'article 7, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, la validité des certificats de conformité qui accompagnent des véhicules ou des moteurs neufs conformément à ladite directive; et

b) interdisent l'immatriculation, la vente, la mise en circulation ou l'utilisation de véhicules neufs propulsés par un moteur à allumage par compression ou à gaz, ainsi que la vente ou l'utilisation de moteurs neufs à allumage par compression ou à gaz.

3. Sans préjudice des paragraphes 1 et 2, à partir du 1er octobre 2003 et sauf dans le cas des véhicules et des moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers ainsi que dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, les États membres, pour des types de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à gaz qui ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII:

a) ne reconnaissent plus, aux fins de l'article 7, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, la validité des certificats de conformité qui accompagnent des véhicules ou des moteurs neufs conformément à ladite directive; et

b) interdisent l'immatriculation, la vente, la mise en circulation ou l'utilisation de véhicules neufs ainsi que la vente et l'utilisation de moteurs neufs.

4. S'il est satisfait aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4, notamment lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur sont conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 ou à la ligne B2 ou aux valeurs limites à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres ne peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants et de particules polluantes ainsi que l'opacité des émissions de fumées provenant d'un moteur:

a) refuser d'accorder la réception CE conformément à l'article 4, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE ou d'accorder la réception nationale pour un type de véhicule propulsé par un moteur à allumage par compression ou à gaz;

▼B

b) interdire l'immatriculation, la vente, la mise en circulation ou l'utilisation de véhicules neufs propulsés par un moteur à allumage par compression ou à gaz;

c) refuser d'accorder la réception CE pour un type de moteur à allumage par compression ou à gaz;

d) interdire la vente ou l'utilisation de nouveaux moteurs à allumage par compression ou à gaz.

5. À partir du 1er octobre 2005, pour les types de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz et les types de véhicules équipés de moteurs à allumage par compression ou à gaz qui ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres:

a) refusent d' accorder la réception CE conformément à l'article 4, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE; et

b) refusent la réception de portée nationale.

6. À partir du 1er octobre 2006 et sauf dans le cas des véhicules et des moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 ne sont pas satisfaites et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres:

a) ne reconnaissent plus, aux fins de l'article 7, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, la validité des certificats de conformité qui accompagnent des véhicules ou des moteurs neufs conformément à ladite directive; et

b) interdisent l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de véhicules neufs propulsés par un moteur à allumage par compression ou à gaz, ainsi que la vente et l'utilisation de moteurs neufs à allumage par compression ou à gaz.

7. À partir du 1er octobre 2008, pour des types de moteurs à allumage par compression ou à gaz et des types de véhicules propulsés par des moteurs à allumage par compression ou à gaz qui ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B2 des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres:

a) refusent d' accorder la réception CE conformément à l'article 4, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE; et

b) refusent la réception de portée nationale.

8. À partir du 1er octobre 2009 et sauf dans le cas des véhicules et des moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 ne sont pas satisfaites et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B2 des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, les États membres:

a) ne reconnaissent plus, aux fins de l'article 7, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, la validité des certificats de conformité qui accompagnent des véhicules ou des moteurs neufs conformément à ladite directive; et

b) interdisent l'immatriculation, la vente, la mise en circulation ou l'utilisation de véhicules neufs propulsés par un moteur à allumage par

▼B

compression ou un moteur à gaz ainsi que la vente et l'utilisation de moteurs neufs à allumage par compression ou à gaz.

9. Conformément au paragraphe 4, un moteur qui satisfait aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et qui, notamment, respecte les valeurs limites indiquées à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, est considéré comme conforme aux exigences des paragraphes 1 à 3.

Conformément au paragraphe 4, un moteur qui satisfait aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4, et qui, notamment, respecte les valeurs limites indiquées à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, est considéré comme conforme aux exigences des paragraphes 1 à 3 et 5 à 8.

10. Pour les moteurs à allumage par compression ou les moteurs à gaz qui, dans le cadre de la réception nationale, doivent respecter les valeurs limites d'émission indiquées à l'annexe I, point 6.2.1, il est prévu ceci:

dans l'ensemble des conditions de charge choisies au hasard, appartenant à une plage de contrôle définie et à l'exception des conditions de fonctionnement du moteur qui ne sont pas soumises à une telle disposition, les émissions prélevées pendant une durée qui peut être aussi courte que trente secondes ne doivent pas dépasser de plus de 100 % les valeurs limites fixées à la ligne B2 et à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1. La plage de contrôle à laquelle s'applique le pourcentage à ne pas dépasser, les conditions de fonctionnement du moteur exclues et les autres conditions appropriées sont définies conformément à la procédure visée à l'article 7, paragraphe 1.

Article 3

Durabilité des systèmes de contrôle des émissions

1. À partir du 1er octobre 2005 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2006 pour l'ensemble des réceptions, le constructeur doit démontrer qu'un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz réceptionné conformément aux valeurs limites d'émission indiquées à la ligne B1, à la ligne B2 ou à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, respecte lesdites valeurs limites d'émission au cours d'une durée de vie de:

a) 100 000 km ou cinq ans d'utilisation, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules des catégories N_1 et M_2;

b) 200 000 km ou six ans d'utilisation, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules des catégories N_2, N_3 d'un poids maximal techniquement admissible ne dépassant pas 16 tonnes et M_3 des classes I, II et A, ainsi que de la classe B d'un poids maximal techniquement admissible ne dépassant pas 7,5 tonnes;

c) 500 000 km ou sept ans d'utilisation, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules des catégories N_3 d'un poids maximal techniquement admissible supérieur à 16 tonnes et M_3 des classes III et B d'un poids maximal techniquement admissible supérieur à 7,5 tonnes.

À partir du 1er octobre 2005 pour les nouveaux types et à partir du 1er octobre 2006 pour tous les types, les réceptions octroyées aux véhicules devront également assurer le bon fonctionnement des équipements de contrôle des émissions pendant la durée de vie normale d'un véhicule dans des conditions normales d'utilisation (contrôle de conformité des véhicules en circulation correctement entretenus et utilisés).

2. Les mesures nécessaires pour la mise en œuvre du paragraphe 1 sont adoptées le 28 décembre 2005 au plus tard.

▼B

Article 4

Systèmes de diagnostic embarqués

1. À partir du 1er octobre 2005 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2006 pour l'ensemble des réceptions, les moteurs à allumage par compression réceptionnés conformément aux valeurs limites d'émissions indiquées à la ligne B1 ou à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, ou les véhicules propulsés par un tel moteur, sont équipés d'un système de diagnostic embarqué (OBD) qui signale l'existence d'un dysfonctionnement au chauffeur lorsque les seuils OBD indiqués à la ligne B1 ou à la ligne C du tableau figurant au paragraphe 3 sont dépassés.

Dans le cas de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, le système OBD peut enregistrer toute défaillance de fonctionnement importante:

a) d'un catalyseur, lorsqu'il est installé comme entité distincte, qu'il fasse ou non partie d'un système de réduction des émissions d'oxydes d'azote ou d'un filtre à particules diesel;

b) d'un système de réduction des émissions d'oxydes d'azote, lorsqu'il y en a un;

c) d'un filtre à particules diesel, lorsqu'il y en a un;

d) d'un système combiné de réduction des émissions d'oxydes d'azote et de filtre à particules diesel.

2. À partir du 1er octobre 2008 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2009 pour l'ensemble des réceptions, les moteurs à allumage par compression ou les moteurs à gaz réceptionnés conformément aux valeurs limites d'émissions indiquées à la ligne B2 ou à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, ou les véhicules propulsés par un tel moteur, sont équipés d'un système OBD qui signale l'existence d'un dysfonctionnement au chauffeur lorsque les seuils OBD indiqués à la ligne B2 ou à la ligne C du tableau figurant au paragraphe 3 sont dépassés.

Le système OBD comprend également une interface entre l'unité de contrôle électronique du moteur (EECU) et tout autre système électrique ou électronique du moteur ou du véhicule qui échange des données avec l'EECU et qui agit sur le bon fonctionnement du système de contrôle des émissions, tel qu'une interface entre l'EECU et une unité de contrôle électronique de la transmission.

3. Les seuils applicables au système OBD sont les suivants:

Ligne	Moteurs à allumage par compression	
	Masse des oxydes d'azote (NO_x) g/kWh	Masse des particules (PT) g/kWh
B1 (2005)	7,0	0,1
B2 (2008)	7,0	0,1
C (EEV)	7,0	0,1

4. L'accès illimité et normalisé au système OBD à des fins d'inspection, de diagnostic, d'entretien et de réparation, conformément aux dispositions correspondantes de la directive 70/220/CEE et aux prescriptions relatives aux pièces de rechange visant à assurer la compatibilité avec les systèmes OBD doit être garanti.

5. Les mesures nécessaires pour la mise en œuvre des dispositions des paragraphes 1, 2 et 3 sont adoptées le 28 décembre 2005, au plus tard.

▼B

Article 5

Systèmes de contrôle des émissions utilisant des réactifs consommables

Lors de la définition des mesures nécessaires pour la mise en œuvre de l'article 4, visées à l'article 7, paragraphe 1, la Commission prévoit, le cas échéant, des mesures techniques visant à réduire au minimum le risque d'un maintien en service inadéquat des systèmes de contrôle des émissions utilisant des réactifs consommables. Elle prévoit également, le cas échéant, des mesures visant à réduire au minimum les émissions d'ammoniac causées par l'utilisation des réactifs consommables.

Article 6

Incitations fiscales

1. Les États membres ne peuvent prévoir des incitations fiscales que pour les véhicules à moteur conformes à la présente directive. Ces incitations doivent être conformes aux dispositions du traité et au paragraphe 2 ou au paragraphe 3 du présent article.

2. Les incitations sont valables pour la totalité des véhicules neufs commercialisés sur le marché d'un État membre qui satisfont, par anticipation, aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 ou à la ligne B2 des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1.

Elles prennent fin dès l'application obligatoire des valeurs limites indiquées à la ligne B1, conformément à l'article 2, paragraphe 6, ou dès l'application obligatoire des valeurs limites indiquées à la ligne B2 conformément à l'article 2, paragraphe 8.

3. Les incitations sont valables pour la totalité des véhicules neufs commercialisés sur le marché d'un État membre qui satisfont aux valeurs limites à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1.

4. Outre les conditions visées au paragraphe 1, pour chaque type de véhicule, les incitations ne dépassent pas le montant du coût supplémentaire des dispositifs techniques adoptés pour respecter les valeurs limites indiquées à la ligne B1 ou à la ligne B2 ou les valeurs limites à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant à l'annexe I, point 6.2.1, et de leur installation sur le véhicule.

5. Les États membres informent la Commission en temps utile des projets visant à introduire ou à modifier les incitations fiscales visées au présent article, de manière à lui permettre de présenter ses observations.

Article 7

Mesures de mise en œuvre et modifications

1. Les mesures qui sont nécessaires pour la mise en œuvre de l'article 2, paragraphe 10, et des articles 3 et 4 de la présente directive sont arrêtées par la Commission assistée par le comité institué par l'article 13, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, selon la procédure visée à l'article 13, paragraphe 3, de ladite directive.

2. Les modifications qui sont nécessaires pour l'adaptation de la présente directive au progrès scientifique et technique sont arrêtées par la Commission, assistée par le comité institué par l'article 13, paragraphe 1, de la directive 70/156/CEE, selon la procédure visée à l'article 13, paragraphe 3, de ladite directive.

Article 8

Réexamen et rapports

1. La Commission examine la nécessité d'introduire de nouvelles valeurs limites d'émissions applicables aux poids lourds et aux moteurs de poids lourds pour les polluants non réglementés jusqu'à présent. Cet examen repose sur l'introduction plus importante de nouveaux carburants de substitution et sur la mise en place de nouveaux

▼B

systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement compatibles avec les additifs afin de satisfaire aux futures normes établies dans la présente directive. Le cas échéant, la Commission présente une proposition au Parlement européen et au Conseil.

2. La Commission présente au Parlement européen et au Conseil des propositions législatives visant à limiter davantage les émissions de NO_x et de particules pour les poids lourds.

Elle examine, le cas échéant, si la fixation d'une valeur limite supplémentaire concernant le nombre et la dimension des particules est nécessaire, et elle incorpore cette valeur limite dans les propositions.

3. La Commission rend compte au Parlement européen et au Conseil de l'état d'avancement des négociations relatives à la mise au point d'un cycle d'essais harmonisé au niveau mondial (WHDC).

4. La Commission soumet au Parlement européen et au Conseil un rapport sur les exigences relatives à l'utilisation d'un système de mesure embarqué (OBM). Sur la base de ce rapport, la Commission soumet, le cas échéant, une proposition prévoyant des mesures incluant les spécifications techniques et les annexes correspondantes de manière à prévoir que la réception des systèmes OBM garantit des niveaux de contrôle au moins équivalents à ceux des systèmes OBD et leur compatibilité avec ces systèmes.

Article 9

Transposition

1. Les États membres adoptent et publient, avant le 9 novembre 2006 au plus tard, les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive. Si l'adoption des mesures de mise en œuvre visées à l'article 7 est retardée au-delà du 28 décembre 2005, les États membres se conforment à cette obligation à la date de transposition prévue dans la directive contenant ces mesures de mise en œuvre. Ils communiquent immédiatement à la Commission le texte de ces dispositions ainsi qu'un tableau de correspondance entre ces dispositions et la présente directive.

Ils appliquent ces dispositions à partir du 9 novembre 2006 ou, si l'adoption des mesures de mise en œuvre visées à l'article 7 est retardée au-delà du 28 décembre 2005, à compter de la date de transposition spécifiée dans la directive contenant ces mesures de mise en œuvre.

Lorsque les États membres adoptent ces dispositions, celles-ci contiennent une référence à la présente directive ou sont accompagnées d'une telle référence lors de leur publication officielle. Elles contiennent également une mention précisant que les références faites, dans les dispositions législatives, réglementaires et administratives en vigueur, aux directives abrogées par la présente directive s'entendent comme faites à la présente directive. Les modalités de cette référence et la formulation de cette mention sont arrêtées par les États membres.

2. Les États membres communiquent à la Commission le texte des dispositions essentielles de droit interne qu'ils adoptent dans le domaine régi par la présente directive.

Article 10

Abrogation

Les directives visées à l'annexe IX, partie A, sont abrogées avec effet au 9 novembre 2006, sans préjudice des obligations des États membres en ce qui concerne les délais de transposition en droit national et d'application des directives indiqués à l'annexe IX, partie B.

Les références faites aux directives abrogées s'entendent comme faites à la présente directive et sont à lire selon le tableau de correspondance figurant à l'annexe X.

▼B

Article 11

Entrée en vigueur

La présente directive entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne*.

Article 12

Destinataires

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

▼B

ANNEXE I

CHAMP D'APPLICATION, DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS, DEMANDE DE RÉCEPTION CE, PRESCRIPTIONS ET ESSAIS, CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

▼M1

1. CHAMP D'APPLICATION

La présente directive s'applique au contrôle des gaz polluants et particules polluantes, de la durée de vie des équipements antipollution, de la conformité des véhicules/moteurs en circulation ainsi que des systèmes de diagnostic embarqués (OBD) de tous les véhicules équipés de moteurs à allumage par compression et aux gaz polluants, à la durée de vie, à la conformité des véhicules/moteurs en circulation et aux systèmes de diagnostic embarqués (OBD) de tous les véhicules équipés de moteurs à allumage commandé qui fonctionnent au gaz naturel ou au GPL ainsi qu'aux moteurs à allumage par compression et aux moteurs à allumage commandé tels qu'ils sont définis à l'article premier, à l'exception des moteurs à allumage par compression des véhicules des catégories N_1, N_2 et M_2 et des moteurs à allumage commandé qui fonctionnent au gaz naturel ou au GPL des véhicules de catégorie N_1 pour lesquels la certification a été délivrée conformément à la directive 70/220/CEE du Conseil ([1]).

2. DÉFINITIONS

2.1. Aux fins de la présente directive, on entend par:

«réception d'un moteur (d'une famille de moteurs)», la réception d'un type de moteur (d'une famille de moteurs) en ce qui concerne le niveau d'émission de gaz polluants et de particules polluantes;

«stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS)», une stratégie de contrôle des émissions qui est active ou qui modifie la stratégie de base de contrôle des émissions à des fins particulières et en réponse à un ensemble spécifique de conditions ambiantes et/ou de conditions de fonctionnement (vitesse du véhicule, vitesse du moteur, vitesse utilisée, température d'admission, pression d'admission, etc.);

«stratégie de base de contrôle des émissions (BECS)», une stratégie de contrôle des émissions qui est active sur toute la gamme opératoire de vitesse et de charge du moteur à moins qu'une stratégie AECS ne soit activée. Au nombre des BECS, on peut citer à titre d'exemples:

— la cartographie du *timing* du moteur,

— la cartographie EGR,

— la cartographie SCR de dosage du réactif catalyseur;

«système combiné de filtre à particules et de dénitrification», un système de post-traitement des gaz d'échappement conçu pur réduire simultanément les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules polluantes (PT);

«régénération continue», le processus de régénération d'un système de post-traitement des gaz d'échappement qui se déroule en permanence ou au moins une fois par essai ETC. Un tel processus de régénération ne demande pas de procédure d'essai spéciale;

«zone de contrôle», la zone comprise entre les régimes A et C du moteur et entre un taux de charge de 25 à 100 %;

«puissance maximale déclarée (P_{max})», la puissance maximale en kW «CE» (puissance nette) qui est déclarée par le constructeur dans sa demande de réception;

([1]) JO L 76 du 6.4.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2003/76/CE de la Commission (JO L 206 du 15.8.2003, p. 29).

▼M1

«stratégie d'invalidation»:

— une stratégie AECS qui réduit l'efficacité du contrôle d'émission de la BECS dans des conditions de fonctionnement ou d'usage normal du véhicule,

ou

— une stratégie BECS qui fait la distinction entre le fonctionnement selon un essai normalisé de réception et d'autres modes de fonctionnement et qui fournit un moindre niveau de contrôle des émissions dans des conditions qui ne sont pas réellement incluses dans les procédures d'essai de réception;

«système de dénitrification», un système de post-traitement des gaz d'échappement conçu pour réduire les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) [il existe actuellement des catalyseurs NO_x simplifiés actifs et passifs ainsi que des systèmes d'absorption des NO_x et des systèmes de réduction catalytique sélective (SCR)];

«temps de retard», l'écart temporel entre le changement de la composante à mesurer au point de référence et une réponse système de 10 % de la lecture finale (t_{10}). Dans le cas des composants gazeux, il s'agit en fait de la durée de transport du composant mesuré de la sonde de prélèvement vers le détecteur. Pour les besoins du temps de retard, la sonde de prélèvement est considérée comme le point de référence;

«moteur diesel», un moteur qui fonctionne selon le principe de l'allumage par compression;

«essai ELR», un cycle d'essai comportant une séquence de prises en charges dynamiques à régimes constants du moteur à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;

«essai ESC», cycle d'essai de 13 modes en régimes stabilisés à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;

«essai ETC», un cycle d'essai comportant 1 800 modes transitoires seconde par seconde à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;

«élément de conception», dans le cas d'un véhicule ou d'un moteur:

— tout système de contrôle, y compris des logiciels, des systèmes de contrôle électronique et la logique informatique,

— tout étalonnage du système de contrôle,

— tout résultat des interactions entre systèmes,

ou

— tout matériel;

«défaut du système de contrôle des émissions», une déficience ou un écart par rapport aux tolérances normales de production dans la conception, les matériaux ou l'installation d'un dispositif, d'un système ou d'un montage qui affecte tout paramètre, toute spécification ou toute composante du système de contrôle des émissions. L'absence d'une composante peut être considérée comme un défaut du système de contrôle des émissions;

«stratégie de contrôle des émissions (ECS)», un élément ou un ensemble d'éléments qui est intégré dans la conception globale d'un moteur ou véhicule pour les besoins du contrôle des émissions de gaz d'échappement et qui comporte une BECS et une variante d'AECS;

«système de contrôle des émissions», le système de post-traitement des gaz d'échappement, le dispositif de gestion et de contrôle électronique du moteur et toute composante du moteur liée aux émissions de gaz d'échappement qui fournit des données à ce dispositif ou qui en reçoit, de même que — le cas échéant — l'interface de communication (matériel et messages) entre l'unité de contrôle électronique du moteur (EECU) et toute autre unité de transmission ou de contrôle du véhicule en rapport avec la gestion des émissions;

«famille de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement», dans le cadre des essais sur un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement en vue de déterminer des facteurs de détérioration conformément à l'annexe II de la directive 2005/78/CE de la Commission du 14 novembre 2005 mettant en œuvre la directive 2005/55/CE du Parlement européen et du Conseil concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux

▼M1

mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules et modifiant ses annexes I, II, III, IV et VI ([1]) et dans le cadre des vérifications de la conformité des véhicules/moteurs en circulation conformément à l'annexe III de la directive 2005/78/CE, un regroupement de moteurs d'un constructeur qui entrent dans la définition d'une famille de moteurs, mais qui sont également classés d'après la similarité des systèmes utilisés pour le post-traitement des gaz d'échappement;

«système moteur», le moteur, le système de contrôle des émissions et l'interface de communication (matériel et messages) entre l'unité de contrôle électronique du moteur (EECU) et toute autre unité de transmission ou de contrôle du véhicule;

«famille de moteurs», un regroupement de moteurs de constructeurs qui, de par leur conception, telle que définie à l'annexe II, appendice 2, de la présente directive, présentent des caractéristiques similaires en matière d'émission de gaz d'échappement;

«gamme de régimes d'exploitation du moteur», la gamme des régimes du moteur les plus fréquents en exploitation du moteur qui est comprise entre le régime inférieur et le régime supérieur définis à l'annexe III de la présente directive;

«régimes A, B et C du moteur», les régimes d'essai, compris dans la gamme des régimes d'exploitation du moteur, qui doivent être utilisés pour les essais ESC et ELR définis à l'annexe III, appendice 1, de la présente directive;

«calibrage moteur», une configuration spécifique du véhicule/moteur qui comprend la stratégie de contrôle des émissions (ECS), une seule évaluation des performances du moteur (la courbe de pleine charge réceptionnée) et, le cas échéant, un ensemble de limiteurs de couple;

«type de moteur», une catégorie de moteurs qui ne présentent pas entre eux de différence quant aux aspects essentiels comme les caractéristiques du moteur définies à l'annexe II de la présente directive;

«système de post-traitement des gaz d'échappement», un catalyseur (oxydation ou trois voies), un filtre à particules, un système de dénitrification, un système combiné de filtre à particules et de dénitrification et tout autre dispositif de réduction des émissions qui est installé en aval du moteur. La présente définition ne prend pas en considération les systèmes de recyclage des gaz d'échappement qui sont considérés comme faisant partie intégrante du moteur;

«moteur à gaz», un moteur à allumage commandé qui fonctionne au gaz naturel (GN) ou au gaz de pétrole liquéfié (GPL);

«gaz polluants», le monoxyde de carbone, les hydrocarbures [en supposant un taux de $CH_{1,85}$ pour le diesel, de $CH_{2,525}$ pour le GPL et de $CH_{2,93}$ pour le gaz naturel (HCNM) et une molécule supposée de $CH_3O_{0,5}$ pour les moteurs Diesel à l'éthanol], le méthane (en supposant un taux de CH_4 pour le gaz naturel) et les oxydes d'azote, ces derniers exprimés en équivalent de dioxyde d'azote (NO_2);

«régime supérieur ($n_{sup.}$)», le régime le plus élevé du moteur auquel 70 % de la puissance maximale déclarée sont disponibles;

«régime inférieur ($n_{inf.}$)», le régime le plus bas du moteur auquel 50 % de la puissance maximale déclarée sont disponibles;

«panne de fonctionnement majeure» ([2]) un dysfonctionnement permanent ou temporaire du système de post-traitement des gaz d'échappement qui doit entraîner un accroissement immédiat ou retardé des émissions de gaz ou de particules du moteur et qui ne peut être correctement estimé par le système OBD;

([1]) JO L 313 du 29.11.2005, p. 1.

([2]) L'article 4, paragraphe 1, de la présente directive prévoit le suivi des pannes fonctionnelles majeures au lieu du suivi de la dégradation ou de la perte d'efficacité catalytique/filtrante d'un système de post-traitement des gaz d'échappement. Des exemples de pannes fonctionnelles majeures sont indiqués aux points 3.2.3.2 et 3.2.3.3 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE.

▼M1

«dysfonctionnement»:

— toute détérioration ou panne, y compris électrique, du système de contrôle des émissions qui se traduit par des émissions dépassant les seuils limites OBD ou, le cas échéant, par un fonctionnement du système de post-traitement des gaz d'échappement se situant en dehors de la fourchette de performance efficace dans les cas où les émissions de polluants réglementés dépassent les seuils limites OBD,

— tout cas de figure dans lequel le système OBD n'est pas en mesure de remplir les exigences de suivi prévues par la présente directive.

Un constructeur peut néanmoins considérer une détérioration ou une panne entraînant des émissions qui ne dépassent pas les seuils limites OBD comme un dysfonctionnement.

«indicateur de dysfonctionnement (MI)» un indicateur visuel qui informe clairement le conducteur du véhicule de tout dysfonctionnement au sens de la présente directive;

«moteur à calibrages multiples», un moteur contenant plus d'un calibrage moteur;

«gamme de gaz naturel», une des gammes H ou L définies dans la norme européenne EN 437 de novembre 1993;

«puissance nette», la puissance en kW «CE» mesurée au banc d'essai, en bout du vilebrequin ou de l'organe équivalent, conformément à la méthode de mesure fixée par la directive 80/1269/CEE de la Commission ([1]);

«système OBD», un système de diagnostic embarqué destiné au contrôle des émissions qui est en mesure de détecter un dysfonctionnement ou d'identifier la zone probable de dysfonctionnement au moyen de codes d'erreur enregistrés dans une mémoire informatique;

«famille de moteur-OBD», pour les besoins de la réception du système OBD conformément aux exigences de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE, un groupe de moteurs d'un constructeur dont les paramètres de conception des systèmes OBD sont communs conformément au point 8 de la présente annexe;

«opacimètre», un instrument destiné à mesurer l'opacité des particules de fumée selon le principe d'extinction de la lumière;

«moteur parent», un moteur sélectionné dans une famille de moteurs de manière que ses caractéristiques d'émissions soient représentatives de cette famille de moteurs;

«dispositif de post-traitement des particules», un système de post-traitement des gaz d'échappement conçu pour réduire les émissions de particules polluantes (PT) par séparation mécanique, aérodynamique, diffusionnelle ou inertielle;

«particules polluantes», toute substance recueillie sur une matière filtrante déterminée, après dilution des gaz d'échappement avec de l'air propre filtré, de sorte que la température ne dépasse pas 325 K (52 °C);

«taux de charge», la proportion du couple maximal disponible utilisée à un régime donné du moteur;

«régénération périodique», le processus de régénération d'un dispositif de contrôle des émissions qui se produit périodiquement en moins de 100 heures de fonctionnement normal du moteur. Pendant les cycles de régénération, les limites d'émission peuvent être dépassées;

«mode permanent de défaut d'émissions», un système AECS activé en cas de dysfonctionnement du système ECS détecté par le système OBD, ce qui se traduit par l'activation du MI et qui ne nécessite pas d'apport de la composante ou du système en panne;

«unité de prise de puissance», un dispositif de sortie-moteur permettant d'alimenter des équipements auxiliaires montés sur un véhicule;

([1]) JO L 375 du 31.12.1980, p. 46. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 1999/99/CE (JO L 334 du 28.12.1999, p. 32).

▼M1

«réactif», tout moyen qui est stocké dans un réservoir à bord du véhicule et qui est fourni au système de post-traitement des gaz d'échappement (le cas échéant) sur demande du système de contrôle des émissions;

«réétalonnage», un réglage fin d'un moteur à gaz naturel destiné à assurer les mêmes performances (puissance, consommation de carburant) dans une autre gamme de gaz naturel;

«régime de référence ($n_{réf}$)», la valeur de régime à 100 % à utiliser pour dénormaliser les valeurs de régime relatives de l'essai ETC définies à l'annexe III, appendice 2, de la présente directive;

«temps de réponse», l'écart de temps entre un changement rapide de la composante à mesurer au point de référence et le changement adéquat dans la réponse du système de mesure pour lequel le changement dans la composante mesurée s'établit au moins à 60 % FS et se produit en moins de 0,1 seconde. Le temps de réponse système (t_{90}) correspond au délai système et au temps de montée système (voir également ISO 16183);

«temps de montée», l'écart de temps entre la réponse 10 % et 90 % de la lecture finale ($t_{90} - t_{10}$). Il s'agit de la réponse de l'instrument une fois que la composante à mesurer a atteint l'instrument. Pour le temps de montée, la sonde de prélèvement est définie comme le point de référence;

«auto-adaptabilité», tout dispositif du moteur qui permet de maintenir le rapport air/carburant constant;

«fumées», les particules en suspension dans le flux de gaz d'échappement d'un moteur Diesel qui absorbent, réfléchissent ou réfractent la lumière;

«cycle d'essai», une séquence de points d'essai, chaque point étant défini par une vitesse et un couple, que le moteur doit respecter en modes stabilisés (essai ESC) ou dans des conditions de fonctionnement transitoires (essais ETC, ELR);

«limiteur de couple», un dispositif qui limite temporairement le couple maximum du moteur;

«temps de transformation», l'écart temporel entre le changement de la composante à mesurer à la sonde de prélèvement et une réponse système de 50 % de la lecture finale (t_{50}). Le temps de transformation est utilisé pour aligner le signal de différents instruments de mesure;

«durée de vie utile», pour les véhicules et moteurs qui sont réceptionnés conformément à la ligne B1, B2 ou C du tableau figurant au point 6.2.1 de la présente annexe, l'écart de distance et/ou de temps qui est défini à l'article 3 (durabilité des systèmes de contrôle des émissions) de la présente directive pour lequel le respect des limites d'émission de gaz, de particules et de fumées doit être assuré dans le cadre de la réception des véhicules;

«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:

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

«coefficient de recalage (S_λ)», une expression qui décrit la souplesse requise du système de gestion du moteur en ce qui concerne une modification du rapport d'excès d'airλ si le moteur est alimenté avec une composition de gaz différente du méthane pur (voir l'annexe VII pour la détermination de S_λ).

▼M1

2.2. **Symboles, abréviations et normes internationales**

2.2.1. *Symboles des paramètres d'essai*

Symbole	Unité	Explication
A_p	m^2	Aire de la section de la sonde de prélèvement isocinétique
A_e	m^2	Aire de la section du tuyau d'échappement
c	ppm/% vol	Concentration
C_d	—	Coefficient de décharge SSV-CVS
C1	—	Hydrocarbures équivalents en carbone 1
d	m	Diamètre
D_0	m^3/s	Coordonnée à l'origine de la fonction d'étalonnage de la pompe volumétrique
D	—	Facteur de dilution
D	—	Constante de la fonction de Bessel
E	—	Constante de la fonction de Bessel
E_E	—	Sensibilité à l'éthane
E_M	—	Sensibilité au méthane
E_Z	g/kWh	Émissions interpolées de NO_x du point de contrôle
f	1/s	Fréquence
f_a	—	Facteur atmosphérique en laboratoire
f_c	s^{-1}	Fréquence de coupure du filtre de Bessel
F_s	—	Facteur stœchiométrique
H	MJ/m^3	Pouvoir calorifique
H_a	g/kg	Humidité absolue de l'air d'admission
H_d	g/kg	Humidité absolue de l'air de dilution
i	—	Indice indiquant mode individuel ou mesure instantanée
K	—	Constante de Bessel
k	m^{-1}	Coefficient d'absorption de la lumière
k_f		Facteur de correction «conditions sèches/conditions humides» spécifique au carburant
$k_{h,D}$	—	Facteur de correction d'humidité de NO_x pour moteurs Diesel
$k_{h,G}$	—	Facteur de correction d'humidité de NO_x pour moteurs à gaz
K_V		Fonction d'étalonnage de CFV
$k_{W,a}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour l'air d'admission
$k_{W,d}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour l'air de dilution
$k_{W,e}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour les gaz d'échappement dilués
$k_{W,r}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour les gaz d'échappement bruts
L	%	Taux de couple en fonction du couple maximum pour le régime du moteur d'essai
L_a	m	Longueur effective du chemin optique
M_{ra}	g/mol	Masse moléculaire de l'air d'admission
M_{re}	g/mol	Masse moléculaire des gaz d'échappement
m_d	kg	Masse de l'échantillon d'air de dilution au travers des filtres de prélèvement des particules
m_{ed}	kg	Masse totale diluée des gaz d'échappement sur la durée du cycle
m_{edf}	kg	Masse des gaz d'échappement dilués équivalents sur la durée du cycle
m_{ew}	kg	Masse totale des gaz d'échappement sur la durée du cycle
m_f	mg	Masse collectée de l'échantillon de particules

▼**M1**

Symbole	Unité	Explication
$m_{f,d}$	mg	Masse de l'échantillon de particules de l'air de dilution collecté
m_{gas}	g/h ou g	Indice de débit massique des émissions gazeuses
m_{se}	kg	Masse de l'échantillon de particules sur la durée du cycle
m_{sep}	kg	Masse de l'échantillon de gaz d'échappement dilués au travers des filtres de prélèvement des particules
m_{set}	kg	Masse de l'échantillon de gaz d'échappement doublement dilué au travers des filtres de prélèvement des particules
m_{ssd}	kg	Masse de l'air de dilution secondaire
N	%	Opacité
N_P	—	Nombre total de tours de la pompe volumétrique sur la durée du cycle
$N_{P,i}$	—	Nombre de tours de la pompe volumétrique durant un intervalle de temps
n	min^{-1}	Régime du moteur
n_p	s^{-1}	Vitesse de la pompe volumétrique
n_{hi}	min^{-1}	Régime élevé du moteur
n_{lo}	min^{-1}	Régime bas du moteur
n_{ref}	min^{-1}	Régime de référence du moteur pour l'essai ETC
p_a	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air d'admission du moteur
p_b	kPa	Pression atmosphérique totale
p_d	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air de dilution
p_p	kPa	Pression absolue
p_r	kPa	Pression de la vapeur d'eau après bain de refroidissement
p_s	kPa	Pression atmosphérique sèche
p_1	kPa	Dépression à la lumière d'aspiration
P (a)	kW	Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à monter pour l'essai
P (b)	kW	Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai
P (n)	kW	Puissance nette non corrigée
P (m)	kW	Puissance mesurée au banc d'essai
q_{maw}	kg/h ou kg/s	Débit massique d'air à l'admission dans des conditions humides
q_{mad}	kg/h ou kg/s	Débit massique d'air à l'admission dans des conditions sèches
q_{mdw}	kg/h ou kg/s	Débit massique d'air de dilution dans des conditions humides
q_{mdew}	kg/h ou kg/s	Débit massique de gaz d'échappement dilués dans des conditions humides
$q_{mdew,i}$	kg/s	Masse instantanée de l'échantillon à volume constant dans des conditions humides
q_{medf}	kg/h ou kg/s	Débit massique équivalent de gaz d'échappement dilués dans des conditions humides
q_{mew}	kg/h ou kg/s	Débit massique de gaz d'échappement dans des conditions humides
q_{mf}	kg/h ou kg/s	Débit massique de carburant
q_{mp}	kg/h ou kg/s	débit massique d'air de dilution
q_{vs}	dm^3/min	Débit de l'échantillon dans banc d'analyse
q_{vt}	cm^3/min	débit massique du gaz marqueur
Ω	—	Constante de Bessel
Q_s	m^3/s	Débit volumique PDP/CFV-CVS
Q_{SSV}	m^3/s	Débit volumique CVS-SSV
r_a	—	Rapport de l'aire de la section de la sonde isocinétique à celle du tuyau d'échappement
r_d	—	Taux de dilution
r_D	—	Rapport de diamètre SSV-CVS

▼M1

Symbole	Unité	Explication
r_p	—	Rapport de pression SSV-CVS
r_s	—	taux d'échantillonnage
R_f	—	Taux de réponse du détecteur d'ionisation de flamme
ρ	kg/m³	Densité
S	kW	Calibrage du dynamomètre
S_i	m^{-1}	Valeur instantanée des fumées
S_λ	—	Facteur de recalage
T	K	Température absolue
T_a	K	Température absolue de l'air d'admission
t	s	Temps de mesure
t_e	s	Temps de réponse électrique
t_f	s	Temps de réponse des filtres pour la fonction de Bessel
t_p	s	Temps de réponse physique
Δt	s	Intervalle de temps entre des données de fumées successives (= 1/ fréquence de prélèvement des échantillons)
Δt_i	s	Intervalle de temps pour un écoulement instantané du CVS
τ	%	Transmittance des fumées
u	—	Rapport entre les densités des composantes gazeuses et des gaz d'échappement
V_0	m³/rev	Volume de gaz PDP pompé par tour
V_s	l	Volume du système du banc d'analyse
W	—	Indice de Wobbe
W_{act}	kWh	Travail du cycle effectif de l'essai ETC
W_{ref}	kWh	Travail du cycle de référence de l'essai ETC
W_F	—	Facteur de pondération
WF_E	—	Facteur de pondération effectif
X_0	m³/rev	Fonction d'étalonnage du débit volumique de la pompe volumétrique
Y_i	m^{-1}	Moyenne de Bessel sur 1 s des fumées

▼B

►M1 2.2.2. ◄ *Symboles des composants chimiques*

CH_4	Méthane
C_2H_6	Éthane
C_2H_5OH	Éthanol
C_3H_8	Propane
CO	Monoxyde de carbone
DOP	Di-octylphtalate
CO_2	Dioxyde de carbone
HC	Hydrocarbures
HCNM	Hydrocarbures non méthaniques
NO_x	Oxydes d'azote
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
PT	Particules

►M1 2.2.3. ◄ *Abréviations*

CFV	Venturi à écoulement critique
CG	Chromatographe à gaz
CLD	Détecteur à chimiluminescence
ELR	Essai européen de prises en charges dynamiques
ESC	Essai européen en modes stabilisés
ETC	Essai européen en cycle transitoire

▼B

FID	Détecteur d'ionisation de flamme
GN	Gaz naturel
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HCLD	Détecteur à chimiluminescence chauffé
HFID	Détecteur d'ionisation de flamme chauffé
NDIR	Analyseur non dispersif à absorption dans l'infrarouge
NMC	Séparateur de méthane

▼M1

2.2.4. *Symboles de composition du carburant*

w_{ALF}	teneur du carburant en hydrogène, % de masse
w_{BET}	teneur du carburant en carbone, % de masse
w_{GAM}	teneur du carburant en soufre, % de masse
w_{DEL}	teneur du carburant en azote, % de masse
w_{EPS}	teneur du carburant en oxygène, % de masse
α	rapport hydrogène molaire (H/C)
β	rapport carbone molaire (H/C)
γ	rapport soufre molaire (H/C)
δ	rapport azote molaire (H/C)
ε	rapport oxygène molaire (H/C)

renvoyant à un carburant C $_{\beta}H_{\alpha}O_{\varepsilon}N_{\delta}S_{\gamma}$

β = 1 pour les carburants à base de carbone, β = 0 pour les carburants à base d'hydrogène

2.2.5. *Normes référencées par la présente directive*

ISO 15031-1	ISO 15031-1: 2001 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 1: Informations générales».
ISO 15031-2	ISO/PRF TR 15031-2: 2004 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 2: termes, définitions, abréviations et acronymes».
ISO 15031-3	ISO 15031-3: 2004 «Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 3: Connecteur de diagnostic et circuits électriques associés: spécifications et utilisation».
SAE J1939-13	SAE J1939-13: «Off-Board Diagnostic Connector».
ISO 15031-4	ISO DIS 15031-4.3: 2004 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 4: Équipement d'essai externe».
SAE J1939-73	SAE J1939-73: «Application Layer — Diagnostics».
ISO 15031-5	ISO DIS 15031-5.4: 2004 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 5: Services de diagnostic relatif aux émissions».
ISO 15031-6	ISO/DIS 15031-6.4: 2004 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 6: Définition des codes d'anomalie de diagnostic».
SAE J2012	SAE J2012: «Diagnostic Trouble Code Definitions Equivalent to ISO/DIS 15031-6», 30 avril 2002.

▼M1

ISO 15031-7	ISO 15031-7: 2001 «Véhicules routiers — Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 7: Sécurité de la liaison de données».
SAE J2186	SAE J2186: «E/E Data Link Security», datée d'octobre 1996.
ISO 15765-4	ISO 15765-4: 2001 «Véhicules routiers — Diagnostic sur réseau local de commande (CAN) — Partie 4: Exigences applicables aux systèmes associés aux émissions».
SAE J1939	SAE J1939, «Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network», avril 2000.
ISO 16185	ISO 16185: 2000 «Véhicules routiers — Familles de moteurs pour homologation».
ISO 2575	ISO 2575: 2000 «Véhicules routiers — Symboles pour les commandes, indicateurs et témoins».
ISO 16183	ISO 16183: 2002 «Moteurs de poids lourds — Détermination, sur cycle transitoire, des émissions de polluants gazeux par mesure des concentrations dans les gaz d'échappement bruts et des émissions de particules en utilisant un système de dilution partielle».

▼B

3. DEMANDE DE RÉCEPTION CE

3.1. **Demande de réception CE d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs considéré comme une entité technique distincte**

▼M1

3.1.1. La demande de réception d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs en ce qui concerne le niveau d'émission de gaz polluants et de particules polluantes de moteurs Diesel et le niveau d'émission de gaz polluants de moteurs à gaz, de même que la durée de vie et le système de diagnostic embarqué (OBD), est introduite par le constructeur du moteur ou un mandataire dûment accrédité.

Si la demande concerne un moteur équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD), les exigences du point 3.4 doivent être remplies.

▼B

3.1.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:

3.1.2.1. une description du type de moteur ou, lorsqu'il y a lieu, de la famille de moteurs, spécifiant toutes les caractéristiques énumérées à l'annexe II de la présente directive en application des articles 3 et 4 de la directive 70/156/CEE du Conseil du 6 février 1970 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la réception des véhicules à moteur et de leurs remorques ([1]).

3.1.3. Un moteur conforme aux caractéristiques du «type de moteur» ou du «moteur parent» définies à l'annexe II doit être présenté au service technique chargé des essais de réception prescrits au point 6.

3.2. **Demande de réception CE d'un type de véhicule en ce qui concerne son moteur**

▼M1

3.2.1. La demande de réception d'un véhicule en ce qui concerne l'émission de gaz polluants et de particules polluantes par son moteur ou sa famille de moteurs Diesel et le niveau d'émission de gaz polluants par son moteur ou sa famille de moteurs à gaz est introduite par le constructeur du véhicule ou par un mandataire dûment accrédité.

Si la demande concerne un moteur équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD), les exigences du point 3.4 doivent être remplies.

([1]) JO L 42 du 23.2.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2004/104/CE de la Commission (JO L 337 du 13.11.2004, p. 13).

▼B

3.2.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:

3.2.2.1. une description du type de véhicule, des éléments du véhicule liés au moteur et, lorsqu'il y a lieu, du type de moteur ou de la famille de moteurs, spécifiant les caractéristiques énumérées à l'annexe II ainsi que la documentation demandée conformément à l'article 3 de la directive 70/156/CEE.

▼M1

3.2.3. Le constructeur fournira une description de l'indicateur de dysfonctionnement (MI) utilisé par le système OBD pour signaler la présence d'un dysfonctionnement au conducteur du véhicule.

Le constructeur fournira une description de l'indicateur et du mode d'avertissement utilisé pour signaler l'absence du réactif requis au conducteur du véhicule.

▼B

3.3. **Demande de réception CE d'un type de véhicule équipé d'un moteur réceptionné**

▼M1

3.3.1. La demande de réception d'un véhicule en ce qui concerne l'émission de gaz polluants et de particules polluantes par son moteur ou sa famille de moteurs Diesel réceptionné et le niveau d'émission de gaz polluants par son moteur ou sa famille de moteurs à gaz réceptionné, de même que la durée de vie et le système de diagnostic embarqué (OBD), est introduite par le constructeur du véhicule ou par un mandataire dûment accrédité.

▼B

3.3.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:

3.3.2.1. une description du type de véhicule et des éléments du véhicule liés au moteur, spécifiant les caractéristiques énumérées à l'annexe II, dans la mesure où elles sont pertinentes, ainsi qu'une copie du certificat de réception CE (annexe VI) délivré pour le moteur ou, lorsqu'il y a lieu, pour la famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte installée sur le type de véhicule ainsi que la documentation demandée conformément à l'article 3 de la directive 70/156/CEE.

▼M1

3.3.3. Le constructeur fournira une description de l'indicateur de dysfonctionnement (MI) utilisé par le système OBD pour signaler la présence d'un dysfonctionnement au conducteur du véhicule.

Le constructeur fournira une description de l'indicateur et du mode d'avertissement utilisé pour signaler l'absence du réactif requis au conducteur du véhicule.

3.4. **Systèmes de diagnostic embarqués**

3.4.1. La demande de réception d'un moteur équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD) est accompagnée des informations demandées au point 9 de l'appendice 1 de l'annexe II (caractéristiques essentielles du moteur parent) et/ou au point 6 de l'appendice 3 de l'annexe II (caractéristiques essentielles des types de moteurs de la famille), complétées par:

3.4.1.1. une description écrite précise des caractéristiques de fonctionnement du système OBD, comprenant la liste de tous les éléments qui composent le système de contrôle des émissions du moteur, c'est-à-dire les capteurs, actuateurs et composants qui font l'objet d'une surveillance régulière par le système OBD;

3.4.1.2. s'il y a lieu, une déclaration du constructeur concernant les paramètres de base de la surveillance des défaillances de fonctionnement importantes et, en outre:

3.4.1.2.1. le constructeur fournit au service technique une description des défaillances potentielles du système de contrôle des émissions qui sont susceptibles d'avoir une influence sur les émissions. Ces renseignements feront l'objet d'une discussion et d'un accord entre le service technique et le constructeur du véhicule;

3.4.1.3. s'il y a lieu, une description de l'interface de communication (matériel et messages) entre l'unité de contrôle électronique du moteur (EECU) et toute autre unité de contrôle du groupe propulseur ou du véhicule lorsque les informations échangées ont une influence sur le bon fonctionnement du système de contrôle des émissions;

▼M1

3.4.1.4. s'il y a lieu, une copie des autres réceptions avec les données nécessaires pour l'extension des réceptions;

3.4.1.5. s'il y a lieu, les caractéristiques de la famille de moteurs visées au point 8 de la présente annexe.

3.4.1.6. Le constructeur décrit les dispositions prises pour prévenir la manipulation et la modification de l'EECU ou tout paramètre d'interface visé au point 3.4.1.3.

▼B

4. RÉCEPTION CE

4.1. **Délivrance d'une réception CE pour tous les carburants**

Une réception CE pour tous les carburants est délivrée lorsque les conditions suivantes sont satisfaites:

4.1.1. Dans le cas d'un carburant diesel, le moteur parent satisfait aux exigences de la présente directive avec le carburant de référence prescrit à l'annexe IV.

4.1.2. Dans le cas du gaz naturel, le moteur parent doit démontrer son aptitude à s'adapter à toute composition de carburant susceptible d'être rencontrée sur le marché. En ce qui concerne le gaz naturel, il existe en général deux types de carburants — le carburant à haut pouvoir calorifique (gaz H) et le carburant à faible pouvoir calorifique (gaz L) — qui sont néanmoins très variables dans les deux gammes; ils diffèrent sensiblement par leur contenu énergétique exprimé par l'indice de Wobbe et leur facteur de recalage (S_λ). Les formules permettant de calculer l'indice de Wobbe et S_λ figurent aux points 2.27 et 2.28. Les gaz naturels dont le facteur de recalage se situe entre 0,89 et 1,08 ($0{,}89 \leq S_\lambda \leq 1{,}08$) sont considérés comme des gaz H, alors que ceux dont le facteur de recalage se situe entre 1,08 et 1,19 ($1{,}08 \leq S_\lambda \leq 1{,}19$) sont considérés comme des gaz L. La composition des carburants de référence reflète les variations extrêmes de S_λ.

Le moteur parent doit satisfaire aux exigences de la présente directive avec les carburants de référence G_R (carburant 1) et G_{25} (carburant 2), tels que définis à l'annexe IV, sans correction de l'alimentation entre les deux essais. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

4.1.2.1. À la demande du fabricant, le moteur peut être testé avec un troisième carburant (carburant 3) si le facteur de recalage (S_λ) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de la gamme G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme 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.

4.1.3. Dans le cas d'un moteur fonctionnant au gaz naturel qui s'adapte automatiquement à la gamme des gaz H et à la gamme des gaz L et qui passe d'une gamme à l'autre au moyen d'un commutateur, le moteur parent doit être testé avec le carburant de référence correspondant, tel que défini à l'annexe IV pour chaque gamme, et ce dans chaque position du commutateur. Les carburants 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 parent doit satisfaire aux exigences de la présente directive dans les deux positions du commutateur, sans correction de l'alimentation entre les deux essais effectués dans chaque position du commutateur. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée à l'annexe III, appendice 2, point 3.

4.1.3.1. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec un troisième carburant au lieu de G_{23} (carburant 3) si le facteur de recalage (S_λ) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de la gamme G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme 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.

▼B

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

$$r = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 2}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 1}}$$

ou

$$r_a = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 2}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 3}}$$

et

$$r_b = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 1}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 3}}$$

4.1.5. Dans le cas du GPL, le moteur parent doit faire preuve de son aptitude à s'adapter à toute composition de carburant susceptible d'être rencontrée sur le marché. Il existe, à cet égard, des variations dans la composition C_3/C_4. Ces variations se reflètent dans les carburants de référence. Le moteur parent doit satisfaire aux exigences d'émission avec les carburants de référence A et B, tels que définis à l'annexe IV, sans correction de l'alimentation entre les deux essais. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

4.1.5.1. Le rapport des résultats d'émissions «r» est déterminé comme suit pour chaque polluant:

$$r = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence B}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence A}}$$

4.2. **Délivrance d'une réception CE pour une gamme restreinte de carburants**

Une réception CE pour une gamme restreinte de carburants est délivrée lorsque les conditions suivantes sont satisfaites:

4.2.1. réception, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur fonctionnant au gaz naturel et conçu pour une exploitation soit dans la gamme des gaz H, soit dans la gamme des gaz L.

Le moteur parent est testé avec le carburant de référence correspondant, tel que défini à l'annexe IV pour chaque gamme. Les carburants 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 parent doit satisfaire aux exigences de la présente directive, sans correction de l'alimentation entre les deux essais. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

4.2.1.1. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec un troisième carburant au lieu de 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 la gamme G_R) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme 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.

4.2.1.2. Le rapport des résultats d'émissions «r» est déterminé comme suit pour chaque polluant:

$$r = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 2}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 1}}$$

ou

▼B

$$r_a = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 2}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 3}}$$

et

$$r_b = \frac{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 1}}{\text{résultat des émissions pour le carburant de référence 3}}$$

4.2.1.3. À la livraison chez le client, le moteur porte une étiquette (voir point 5.1.5) qui indique la gamme des gaz pour laquelle le moteur est réceptionné;

4.2.2. réception, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur fonctionnant au gaz naturel ou au GPL et conçu pour une composition de carburant spécifique.

4.2.2.1. Le moteur parent satisfait aux exigences d'émission 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, tels que définis à l'annexe IV. Entre les essais, le système d'alimentation peut faire l'objet d'un réglage fin. Il s'agit d'un réétalonnage de la base de données d'alimentation qui ne peut modifier ni la stratégie fondamentale de commande ni la structure élémentaire de la base de données. S'il y a lieu, des éléments qui sont directement liés au volume du flux de carburant (tels que les injecteurs) peuvent être remplacés.

4.2.2.2. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec les carburants de référence G_R et G_{23} ou avec les carburants de référence G_{25} et G_{23}, auquel cas la réception n'est valable que pour la gamme des gaz H ou L, respectivement.

4.2.2.3. À la livraison chez le client, le moteur porte une étiquette (voir point 5.1.5) qui indique la composition de carburant pour laquelle le moteur a été étalonné.

4.3. **Réception d'un membre d'une famille en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement**

4.3.1. À l'exception du cas mentionné au point 4.3.2, la réception d'un moteur parent est étendue, sans essais complémentaires, à tous les membres de la famille pour toute composition de carburant pour laquelle le moteur parent a été réceptionné (dans le cas des moteurs décrits au point 4.2.2) ou pour la même gamme de carburants (dans le cas des moteurs décrits au point 4.1 ou au point 4.2) pour laquelle le moteur parent a été réceptionné.

4.3.2. *Moteur d'essai secondaire*

Dans le cas d'une demande de réception d'un moteur ou d'un véhicule, en ce qui concerne son moteur, ce moteur appartenant à une famille de moteurs, un autre moteur et, le cas échéant, un moteur d'essai de référence supplémentaire peuvent être retenus par le service technique et soumis à des essais si ce service décide que, pour le moteur parent sélectionné, la demande introduite ne représente pas toute la famille de moteurs définie à l'appendice 1 de l'annexe I.

4.4. **Certificat de réception**

Un certificat conforme au modèle figurant à l'annexe VI est délivré pour les réceptions visées aux points 3.1, 3.2 et 3.3.

5. MARQUAGE DU MOTEUR

5.1. **Le moteur réceptionné en tant qu'entité technique doit porter:**

5.1.1. la marque de fabrique ou de commerce du constructeur du moteur;

5.1.2. la description commerciale du constructeur;

5.1.3. le numéro de réception CE précédé de la ou des lettres distinctives du pays ayant délivré la réception CE ►M1 ——— ◄.

5.1.4. Dans le cas d'un moteur fonctionnant au gaz naturel, un des marquages suivants à placer derrière le numéro de réception CE:

— H dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour la gamme des gaz H,

▼B

— L dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour la gamme des gaz L,

— HL dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour les gammes des gaz H et L,

— H_t dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour une composition de gaz spécifique de la gamme des gaz H et convertible à un autre gaz spécifique de la gamme des gaz H grâce à un réglage fin de l'alimentation du moteur,

— L_t dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour une composition de gaz spécifique de la gamme des gaz L et convertible à un autre gaz spécifique de la gamme des gaz L grâce à un réglage fin de l'alimentation du moteur,

— HL_t dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour une composition de gaz spécifique de la gamme des gaz H ou L et convertible à un autre gaz spécifique de la gamme des gaz H ou L grâce à un réglage fin de l'alimentation du moteur.

5.1.5. *Étiquettes*

Les étiquettes suivantes doivent être apposées sur des moteurs fonctionnant au gaz naturel et au GPL visés par une réception restreinte de la gamme de carburants.

5.1.5.1 Marquage

Les informations suivantes doivent être indiquées:

dans le cas du paragraphe 4.2.1.3, l'étiquette doit comporter la mention

«UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ NATUREL DE LA GAMME H». Lorsqu'il y a lieu, «H» est remplacé par «L»;

dans le cas du paragraphe 4.2.2.3, l'étiquette doit comporter, selon les cas, la mention

«UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ NATUREL RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION …» ou «UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉ RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION …». Toutes les informations qui figurent dans le ou les tableaux correspondants de l'annexe IV sont indiquées avec les différents éléments constitutifs et les limites prescrites par le constructeur du moteur.

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

Note:

Dans le cas où, pour des raisons de place disponible, il ne pourrait être procédé à un tel marquage, une codification simplifiée pourra être utilisée. En ce cas, un explicatif contenant toutes les informations prévues ci-dessus devra être aisément accessible à toute personne susceptible de remplir le réservoir de carburant ou de procéder à l'entretien ou à des réparations sur le moteur et ses accessoires, ainsi qu'aux autorités concernées. L'emplacement et la forme de cet explicatif seront déterminés d'un commun accord entre le constructeur et l'autorité compétente en matière de réception.

5.1.5.2. Propriétés

Les étiquettes doivent résister pendant toute la durée de vie du moteur. Elles doivent être clairement lisibles et leurs lettres et chiffres doivent être indélébiles. En outre, elles doivent être apposées de façon durable pour toute la durée de vie du moteur et ne doivent pas pouvoir être enlevées sans être abîmées ou détruites.

5.1.5.3. Pose

Les étiquettes doivent être apposées sur un élément du moteur qui est nécessaire à son fonctionnement normal et ne doit en général pas être remplacé pendant la durée de vie du moteur. En outre, ces étiquettes doivent être situées, une fois le moteur entièrement équipé de tous les dispositifs auxiliaires nécessaires à son fonctionnement, à un emplacement directement visible par l'utilisateur moyen.

5.2. Dans le cas d'une demande de réception CE d'un type de véhicule en ce qui concerne son moteur, le marquage prescrit au point 5.1.5 est aussi apposé près de l'ouverture de remplissage de carburant.

▼B

5.3. Dans le cas d'une demande de réception CE d'un type de véhicule équipé d'un moteur réceptionné, le marquage prescrit au point 5.1.5 est aussi apposé près de l'ouverture de remplissage de carburant.

6. PRESCRIPTIONS ET ESSAIS

▼M1

6.1. **Généralités**

6.1.1. *Équipement de contrôle des émissions*

6.1.1.1. Les éléments susceptibles d'influer, s'il y a lieu, sur l'émission de gaz polluants et de particules polluantes de moteurs Diesel et de moteurs à gaz doivent être conçus, construits, assemblés et montés de telle façon que, dans des conditions normales d'utilisation, le moteur continue de satisfaire aux prescriptions de la présente directive.

6.1.2. L'utilisation d'une stratégie d'invalidation est interdite.

6.1.2.1. L'utilisation d'un moteur calibrage multiple est interdite jusqu'à la mise en œuvre de dispositions appropriées et fermes relatives aux moteurs calibrage multiple par la présente directive ([1]).

6.1.3. *Stratégie de contrôle des émissions*

6.1.3.1. Tout élément de conception et toute stratégie de contrôle des émissions (ECS) susceptibles d'influer sur l'émission de gaz polluants et de particules polluantes de moteurs Diesel et l'émission de gaz polluants de moteurs à gaz doivent être conçus, construits, assemblés et montés de telle façon que, dans les conditions normales d'utilisation, le moteur continue de satisfaire aux prescriptions de la présente directive. L'ECS comprend une stratégie de base de contrôle des émissions (BECS) et normalement une ou plusieurs stratégies auxiliaires de contrôle des émissions (AECS).

6.1.4. *Exigences relatives à la stratégie de base de contrôle des émissions*

6.1.4.1. La stratégie de base de contrôle des émissions (BECS) doit être conçue de telle façon que, dans les conditions normales d'utilisation, le moteur continue de satisfaire aux prescriptions de la présente directive. L'utilisation normale n'est pas restreinte aux conditions d'utilisation spécifiées au point 6.1.5.4.

6.1.5. *Exigences relatives à la stratégie auxiliaire de contrôle des émissions*

6.1.5.1. Une stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS) peut être installée sur un moteur, ou sur un véhicule, à condition que l'AECS:

— opère uniquement en dehors des conditions d'utilisation spécifiées au point 6.1.5.4, à des fins définies au point 6.1.5.5,

ou

— ne soit activée qu'exceptionnellement dans les conditions d'utilisation spécifiées au point 6.1.5.4, à des fins définies au point 6.1.5.6. et pour une durée qui ne dépasse pas celle qui est nécessaire à ces fins.

6.1.5.2. Une stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS) opérant durant les conditions d'utilisation spécifiées au point 6.1.5.4 et qui entraîne l'utilisation d'une stratégie de contrôle des émissions (ECS) différente ou modifiée par rapport à la stratégie normalement utilisée durant les cycles d'essai d'émission applicable sera autorisée si, conformément aux exigences du point 6.1.7, il est intégralement démontré que la mesure ne réduit pas de manière permanente l'efficacité du système de contrôle des émissions. Dans tous les autres cas, une telle stratégie sera considérée comme une stratégie d'invalidation.

6.1.5.3. Une stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS) opérant en dehors des conditions d'utilisation spécifiées au point 6.1.5.4 sera autorisée si, conformément aux exigences du point 6.1.7, il est intégralement démontré que la mesure est la stratégie minimum nécessaire aux fins du point 6.1.5.6 en ce qui concerne la protection de l'environnement et d'autres aspects techniques. Dans tous les autres cas, une telle stratégie sera considérée comme une stratégie d'invalidation.

([1]) La Commission décidera de l'opportunité d'arrêter des mesures spécifiques relatives aux moteurs calibrage multiple dans la présente directive en même temps qu'une proposition portant sur les exigences prévues à l'article 10 de la présente directive.

▼M1

6.1.5.4. Aux fins du point 6.1.5.1, les conditions d'utilisation définies en conditions stables et transitoires du moteur sont les suivantes:

— une altitude n'excédant pas 1 000 mètres (ou une pression atmosphérique équivalente de 90 kPa),

— une température ambiante comprise dans la plage 275-303 K (2-30 °C) ([1]) ([2]),

— une température de liquide de refroidissement du moteur comprise dans la fourchette 343-373 K (70-100 °C).

6.1.5.5. Une stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS) peut être installée sur un moteur, ou sur un véhicule, à condition que le fonctionnement de l'AECS soit inclus dans l'essai de réception par type applicable et que l'activation se fasse conformément au point 6.1.5.6.

6.1.5.6. L'AECS est activée:

— seulement par des signaux embarqués à des fins de protection contre les dommages du système moteur (y compris la protection du dispositif de contrôle d'admission d'air) et/ou du véhicule contre les dommages,

ou

— à des fins telles que la sécurité de fonctionnement, les modes permanents de défaillance au niveau des émissions et les stratégies de *limp-home*,

ou

— à des fins telles que la prévention des émissions excessives, le démarrage à froid ou la mise en température,

ou

— si elle est utilisée pour compenser le contrôle d'un polluant réglementé dans des conditions ambiantes ou de fonctionnement spécifiques en vue de maintenir le contrôle de tous les autres polluants réglementés à l'intérieur de valeurs limites des émissions qui sont appropriées pour le moteur en question. Les effets globaux d'une telle AECS sont de compenser les phénomènes survenant naturellement, et ce de façon à assurer le contrôle acceptable de l'ensemble des constituants des émissions.

6.1.6. *Exigences relatives aux limiteurs de couple*

6.1.6.1. Un limiteur de couple est permis s'il est conforme aux exigences des points 6.1.6.2. ou 6.5.5. Dans tous les autres cas, un limiteur de couple sera considéré comme une stratégie d'invalidation.

6.1.6.2. Un limiteur de couple peut être installé sur un moteur, ou un véhicule, à condition que:

— le limiteur de couple ne soit activé que par des signaux embarqués afin d'éviter d'endommager le groupe propulseur ou la construction du véhicule et/ou pour la sécurité du véhicule ou pour couper le contact lorsque le véhicule est à l'arrêt, ou pour des mesures visant à assurer le bon fonctionnement du système de dénitrification,

et

— le limiteur de couple ne soit activé que temporairement,

et

— le limiteur de couple ne modifie pas la stratégie de contrôle des émissions (ECS),

et

— dans le cas de l'activation de l'unité de prise de mouvement ou de la protection du groupe propulseur, le limiteur de couple soit limité à une valeur constante, indépendante du régime du moteur, sans toutefois excéder le couple à pleine charge,

([1]) Jusqu'au 1er octobre 2008, le texte suivant s'applique: «une température ambiante comprise dans la plage 279-303 K (6-30 °C)».

([2]) Cette plage de température sera réexaminée dans le cadre de la révision de la présente directive, l'accent étant mis en particulier sur l'opportunité de la limite de température inférieure.

▼M1

et

— qu'il soit activé de la même manière pour limiter les performances d'un véhicule, l'objectif étant d'encourager le conducteur à prendre les mesures requises pour assurer le bon fonctionnement du dispositif de dénitrification à l'intérieur du système moteur.

6.1.7. *Exigences spéciales relatives aux systèmes électroniques de contrôle des émissions*

6.1.7.1. Prescriptions en matière de documentation

Le constructeur fournit un dossier de documentation donnant accès à tout élément de conception, à toute stratégie de contrôle des émissions (ECS) et à tout limiteur de couple du système moteur et aux moyens par lesquels ce dernier contrôle ses variables de sortie, qu'il s'agisse d'un contrôle direct ou indirect. La documentation se compose de deux parties:

a) le dossier de documentation officiel fourni au service technique au moment de la présentation de la demande de réception inclut une description complète de l'ECS et, le cas échéant, du limiteur de couple. Cette documentation peut être concise à condition qu'elle puisse justifier que toutes les valeurs autorisées par une matrice obtenue à partir de la gamme de contrôle des inputs d'unité individuelle ont été identifiées. Cette information sera jointe à la documentation requise au point 3 de la présente annexe;

b) des éléments supplémentaires indiquant les paramètres modifiés par toute stratégie auxiliaire de contrôle des émissions (AECS) et les conditions limites dans lesquelles l'AECS opère. Ces éléments supplémentaires incluent une description de la logique du contrôle du système de carburation, les stratégies de réglage et points de commutation durant tous les modes de fonctionnement. Ils contiennent également une description du limiteur de couple décrit au point 6.5.5 de la présente annexe.

Les éléments supplémentaires contiennent également une justification de l'utilisation de toute AECS ainsi que des données matérielles et d'essais supplémentaires destinées à démontrer l'effet sur les émissions d'échappement de toute AECS installée sur le moteur ou le véhicule. La justification de l'utilisation d'une AECS peut reposer sur des données d'essais et/ou une analyse technique adéquate.

Ces éléments supplémentaires demeurent strictement confidentiels et sont communiqués, à sa demande, à l'autorité chargée de la réception. Celle-ci respecte la confidentialité de ces éléments.

6.1.8. *Exigences spéciales relatives à la réception de moteurs par rapport à la ligne A des tableaux du point 6.2.1 (moteurs en principe non soumis à des essais ETC)*

6.1.8.1. Pour vérifier si une stratégie ou une mesure doit être considérée comme une stratégie d'invalidation d'après les définitions fournies au point 2, l'autorité chargée de la réception et/ou le service technique peuvent exiger en outre un essai de mesure de NO_x utilisant l'ETC qui peut être effectué en combinaison soit avec l'essai de réception, soit avec les procédures de vérification de la conformité de la production.

6.1.8.2. En vérifiant si une stratégie ou une mesure peut être considérée comme une stratégie d'invalidation d'après les définitions fournies au point 2, une marge additionnelle de 10 % relative à la valeur limite appropriée de NO_x est acceptée.

6.1.9. *Les dispositions transitoires en vue de l'extension de la réception figurent au point 6.1.5 de l'annexe I de la directive 2001/27/CE.*

Le numéro de réception existant reste valable jusqu'au 8 novembre 2006. En cas d'extension, seul le numéro séquentiel indiquant le numéro de réception de l'extension sera modifié comme suit:

exemple de deuxième extension de la quatrième réception correspondant à la date de demande A, émise par l'Allemagne:

e1*88/77*2001/27A*0004*02

6.1.10. *Dispositions relatives à la sécurité du système électronique*

6.1.10.1. Tout véhicule équipé d'un ordinateur de contrôle des émissions doit être muni des fonctions empêchant toute modification, sauf avec l'autorisation du constructeur. Le constructeur doit autoriser des modifications uniquement lorsque ces dernières sont nécessaires au

▼M1

diagnostic, à l'entretien, à l'inspection, à la mise en conformité ou à la réparation du véhicule. Tous les codes ou paramètres d'exploitation reprogrammables doivent résister aux manipulations et offrir un niveau de protection au moins égal aux dispositions de la norme ISO 15031-7 (SAE J2186), pour autant que l'échange de données sur la sécurité soit réalisé en utilisant les protocoles et le connecteur de diagnostic décrits au point 6 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE. Toutes les puces à mémoire amovibles doivent être moulées, encastrées dans un boîtier scellé ou protégées par des algorithmes, et ne doivent pas pouvoir être remplacées sans outils et procédures spéciaux.

6.1.10.2. Les paramètres de fonctionnement du moteur codés informatiquement ne doivent pas être modifiés sans l'aide d'outils et de procédures spéciaux [par exemple, les composants de l'ordinateur doivent être soudés ou moulés, ou l'enceinte doit être soudée ou (moulée)].

6.1.10.3. Le constructeur prend les mesures nécessaires pour protéger le réglage maximal du débit d'injection de toute manipulation lorsque le véhicule est en service.

6.1.10.4. Les constructeurs peuvent demander à l'autorité chargée de la réception d'être exemptés d'une de ces obligations pour les véhicules qui ne semblent pas nécessiter une telle protection. Les critères que l'autorité évalue pour prendre une décision sur l'exemption comprennent notamment, mais sans limitation aucune, la disponibilité de microprocesseurs de contrôle des performances, la capacité de hautes performances du véhicule et son volume de vente probable.

6.1.10.5. Les constructeurs qui utilisent des ordinateurs à codes informatiques programmables [par exemple du type EEPROM (mémoire morte programmable effaçable électroniquement)] doivent empêcher toute reprogrammation illicite. Ils adoptent des techniques évoluées de protection contre les manipulations et des fonctions de protection contre l'écriture qui rendent indispensable l'accès électronique à un ordinateur hors site géré par le constructeur. L'autorité peut approuver des méthodes comparables si elles assurent le même niveau de protection.

6.2. **Prescriptions relatives à l'émission de gaz polluants, de particules polluantes et de fumées**

Pour la réception par rapport à la ligne A des tableaux figurant au point 6.2.1, les émissions doivent être mesurées par les essais ESC et ELR sur des moteurs Diesel traditionnels, y compris ceux équipés d'un système d'injection électronique de carburant, d'un dispositif de recyclage des gaz d'échappement (EGR) et/ou de catalyseurs d'oxydation. Les moteurs Diesel dotés de systèmes avancés de post-traitement des gaz d'échappement, y compris les catalyseurs de dénitrification et/ou les filtres à particules, doivent de plus subir l'essai ETC.

Pour les essais de réception par rapport aux lignes B1 ou B2 ou à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1, les émissions sont déterminées par les essais ESC, ELR et ETC.

Pour les moteurs à gaz, les émissions de gaz sont déterminées par l'essai ETC.

Les procédures d'essai ESC et ELR sont décrites à l'annexe III, appendice 1, et la procédure d'essai ETC est expliquée à l'annexe III, appendices 2 et 3.

Les émissions de gaz polluants, de particules polluantes — lorsqu'il y a lieu — et de fumées — lorsqu'il y a lieu — du moteur testé doivent être mesurées par les méthodes décrites à l'annexe III, appendice 4. L'annexe V décrit les systèmes d'analyse des gaz polluants recommandés, les systèmes de prélèvement des particules recommandés et le système de mesure des fumées recommandé.

Le service technique peut réceptionner d'autres systèmes ou analyseurs s'il estime qu'ils produisent des résultats équivalents pour le cycle d'essai en question. La détermination de l'équivalence d'un système doit reposer sur une étude de corrélation de sept paires d'échantillons (ou plus) entre le système projeté et l'un des systèmes de référence de la présente directive. Dans le cas des émissions de particules, seul le système de dilution en circuit principal ou le système de dilution en circuit partiel qui remplit les exigences ISO 16183 est reconnu comme équivalent du système de référence. Par «résultats», il faut entendre la valeur d'émission spécifique du cycle. Les essais de corrélation doivent être effectués dans le même laboratoire et la

▼M1

même chambre d'essai ainsi que sur le même moteur et ils doivent de préférence se dérouler simultanément. L'équivalence des moyennes des paires d'échantillons est déterminée par des statistiques de test *F* et de test *t* telles que décrites à l'appendice 4 de la présente annexe, obtenues dans ces conditions de laboratoire, de chambre d'essai et de moteur. Les valeurs aberrantes sont déterminées conformément à la norme ISO 5725 et exclues de la base de données. Aux fins de l'introduction d'un nouveau système dans la directive, la détermination de l'équivalence doit reposer sur le calcul de la répétabilité et de la reproductibilité décrit dans la norme ISO 5725.

▼B

6.2.1. *Valeurs limites*

Les masses spécifiques du monoxyde de carbone, des hydrocarbures totaux, des oxydes d'azote et des particules, déterminées par l'essai ESC, et de l'opacité des fumées, déterminées par l'essai ERL, ne doivent pas dépasser les valeurs figurant au tableau 1.

Tableau 1

Valeurs limites — essais ESC et ELR

Ligne	Masse du monoxyde de carbone (CO) g/kWh	Masse des hydrocarbures (HC) g/kWh	Masse des oxydes d'azote (NO_x) g/kWh	Masse des particules (PT) g/kWh		Fumées m^{-1}
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10	0,13 (1)	0,8
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02		0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02		0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02		0,15

(1) Pour les moteurs dont la cylindrée unitaire est inférieure à 0,75 dm^3 et le régime nominal est supérieur à 3 000 min^{-1}.

Dans le cas des moteurs Diesel qui subissent également l'essai ETC, et surtout dans le cas des moteurs à gaz, les masses spécifiques du monoxyde de carbone, des hydrocarbures non méthaniques, du méthane (le cas échéant), des oxydes d'azote et des particules (le cas échéant) ne doivent pas dépasser les valeurs figurant au tableau 2.

Tableau 2

Valeurs limites — essai ETC

Ligne	Masse du monoxyde de carbone (CO) g/kWh	Masse des hydrocarbures non méthaniques (NMHC) g/kWh	Masse de méthane (CH_4) (1) g/kWh	Masse des oxydes d'azote (NO_x) g/kWh	Masse des particules (PT) (2) g/kWh	
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16	0,21 (3)
B 1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03	
B 2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03	
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02	

(1) Pour des moteurs fonctionnant au gaz naturel uniquement.

(2) Non applicable aux moteurs fonctionnant au gaz pour la phase A et les phases B 1 et B 2.

(3) Pour les moteurs dont la cylindrée unitaire est inférieure à 0,75 dm^3 et le régime nominal est supérieur à 3 000 min^{-1}.

6.2.2. *Mesure des hydrocarbures pour des moteurs Diesel et des moteurs à gaz*

6.2.2.1 Un constructeur peut choisir de mesurer, lors de l'essai ETC, la masse des hydrocarbures totaux (HCT) au lieu de la masse des hydrocarbures non méthaniques. Dans ce cas, la limite fixée pour la masse des hydrocarbures totaux est la même que celle indiquée au tableau 2 pour la masse des hydrocarbures non méthaniques.

▼B

6.2.3. *Exigences spécifiques posées aux moteurs Diesel*

6.2.3.1. La masse spécifique des oxydes d'azote mesurée aux points de contrôle aléatoires de la zone de contrôle de l'essai ESC ne doit pas excéder de plus de 10 % les valeurs interpolées à partir des modes d'essai adjacents (référence annexe III, appendice 1, points 4.6.2 et 4.6.3).

6.2.3.2. La valeur de fumées obtenue au régime d'essai aléatoire de l'essai ELR ne doit pas excéder la valeur de fumées la plus élevée des deux régimes d'essai adjacents de plus de 20 % ou de plus de 5 % de la valeur limite, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue.

▼M1

6.3. **Durabilité et facteurs de détérioration**

6.3.1. Aux fins de la présente directive, le constructeur détermine les facteurs de détérioration qui seront utilisés pour démonter que les émissions de gaz et de particules d'une famille de moteurs ou d'une famille de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement respectent les limites d'émissions appropriées visées aux tableaux du point 6.2.1 de la présente annexe au cours de la période de durabilité appropriée établie à l'article 3 de la présente directive.

6.3.2. Les procédures en vue de démontrer la conformité d'une famille de moteurs ou d'une famille de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement avec les limites d'émissions pertinentes au cours de la période de durabilité appropriée sont établies à l'annexe II de la directive 2005/78/CE.

6.4. **Système de diagnostic embarqué (OBD)**

6.4.1. Conformément aux articles 4, paragraphes 1 et 2, de la présente directive, les moteurs Diesel ou les véhicules propulsés par un moteur Diesel doivent être équipés d'un système de diagnostic embarqué (OBD) pour le contrôle des émissions conformément aux exigences de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE.

Conformément à l'article 4, paragraphe 2, de la présente directive, les moteurs à gaz ou les véhicules propulsés par un moteur à gaz doivent être équipés d'un système de diagnostic embarqué (OBD) pour le contrôle des émissions conformément aux exigences de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE.

6.4.2. *Production de moteurs en petites séries*

Comme alternative aux exigences du présent point, les constructeurs de moteurs dont la production annuelle mondiale d'un type de moteur, appartenant à une famille de moteurs OBD:

— est inférieure à 500 unités par an, peut obtenir la réception CE sur la base des exigences de la présente directive lorsque le moteur est surveillé seulement pour la continuité du circuit et le système de post-traitement pour une défaillance de fonctionnement importante,

— est inférieure à 50 unités par an, peut obtenir la réception CE sur la base des exigences de la présente directive lorsque le système complet de contrôle des émissions (c'est-à-dire le moteur et le système de post-traitement) sont seulement surveillés pour la continuité du circuit.

L'autorité chargée de la réception informe la Commission des circonstances de chaque réception accordée sur la base de la présente disposition.

6.5. **Exigences visant à assurer le bon fonctionnement des mesures de dénitrification** ([1])

6.5.1. *Généralités*

6.5.1.1 Le présent point s'applique à l'ensemble des systèmes moteurs, quelle que soit la technologie utilisée, afin de respecter les valeurs limites d'émission visées aux tableaux du point 6.2.1 de la présente annexe.

6.5.1.2. Dates d'application

– Les exigences des points 6.5.3, 6.5.4 et 6.5.5 s'appliquent à partir du 1er octobre 2006 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2007 pour l'ensemble des immatriculations de véhicules neufs.

([1]) La Commission prévoit d'examiner la présente partie pour le 31 décembre 2006.

▼M1

6.5.1.3. Tout système moteur couvert par le présent point est conçu, construit et monté de telle façon qu'il soit capable de satisfaire à ces exigences tout au long de la durée de vie utile du moteur.

6.5.1.4. La description précise des caractéristiques de fonctionnement d'un système moteur couvert par le présent point est fournie par le constructeur à l'annexe II de la présente directive.

6.5.1.5. Dans sa demande de réception, si le système moteur nécessite un réactif, le constructeur décrit les caractéristiques de tous les réactifs consommés par tout système de post-traitement des gaz d'échappement, par exemple, type et concentrations, températures de fonctionnement, référence aux normes internationales, etc.

6.5.1.6. Par référence au point 6.1, tout système moteur couvert par le présent point doit conserver sa fonction de contrôle des émissions durant les conditions habituelles sur le territoire de l'Union européenne, en particulier les basses températures ambiantes.

6.5.1.7. Aux fins de la réception, le constructeur démontre au service technique que, pour les systèmes moteurs qui nécessitent un réactif, aucune émission d'ammoniac n'excède une valeur moyenne de 25 ppm durant le cycle d'essai d'émissions applicable.

6.5.1.8. Dans le cas des systèmes moteurs nécessitant un réactif, chaque réservoir de réactif monté sur un véhicule doit comporter un dispositif permettant de prendre un échantillon de tout fluide contenu dans le réservoir. Le point d'échantillonnage doit être facilement accessible sans qu'un outil ou un dispositif spécial ne soit requis.

6.5.2. *Prescriptions en matière d'entretien*

6.5.2.1. Le constructeur fournit ou veille à fournir à tous les propriétaires de poids lourds neufs ou de moteurs neufs pour poids lourds des instructions écrites disposant que si le système de contrôle des émissions ne fonctionne pas correctement, le conducteur est informé d'un problème par l'indicateur de dysfonctionnement (MI) et le moteur fournit dès lors des performances réduites.

6.5.2.2. Les instructions font apparaître les exigences relatives au bon fonctionnement et à l'entretien des véhicules, y compris, le cas échéant, l'utilisation de réactifs consommables.

6.5.2.3. Les instructions sont rédigées dans un langage clair et non technique et dans la langue du pays dans lequel le poids lourd neuf ou le moteur neuf pour poids lourd est vendu ou immatriculé.

6.5.2.4. Les instructions précisent si les réactifs consommables doivent être rechargés par l'opérateur du véhicule entre les entretiens périodiques normaux et indiquent le taux probable de consommation du réactif en fonction du type de poids lourd neuf.

6.5.2.5. Les instructions précisent si l'utilisation et la recharge du réactif exigé répondant aux spécifications correctes, lorsqu'elles sont indiquées, sont obligatoires pour que le véhicule soit conforme au certificat de conformité établi pour ce type de véhicule ou de moteur.

6.5.2.6. Les instructions déclarent que l'utilisation d'un véhicule qui ne consomme pas le réactif exigé le cas échéant pour la réduction des émissions polluantes peut être considérée comme une infraction pénale susceptible d'aboutir à la révocation de tout avantage accordé pour l'achat ou l'utilisation du véhicule dans le pays d'immatriculation ou dans un autre pays dans lequel le véhicule est utilisé.

6.5.3. *Contrôle de la dénitrification dans le système moteur*

6.5.3.1. Tout disfonctionnement du système moteur en ce qui concerne le contrôle des émissions d'azote (dû par exemple à l'absence de l'un des réactifs requis, à un flux EGR incorrect ou à la désactivation de l'EGR) est déterminée à l'aide du suivi des niveaux d'azote par les capteurs situés dans le circuit d'échappement.

6.5.3.2. Les systèmes moteurs sont équipés d'un dispositif permettant de mesurer le niveau d'azote dans les gaz d'échappement. Si le niveau d'azote dépasse de plus de 1,5 g/kWh la limite figurant à l'annexe I de la présente directive, point 6.2.1, tableau 1, le conducteur en est informé à travers l'activation du MI (voir le point 3.6.5 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE).

6.5.3.3. En outre, un code non effaçable de défaut qui identifie la raison pour laquelle les niveaux indiqués au point ci-dessus ont été dépassés est mémorisé conformément au point 3.9.2 de l'annexe IV de la directive

▼M1

2005/78/CE pendant au moins 400 jours ou 9 600 heures de fonctionnement du moteur.

6.5.3.4. Si le niveau d'azote dépasse le valeurs limites du seuil OBD figurant dans le tableau de l'article 4, paragraphe 3, de la présente directive ([1]), un limiteur de couple réduit les performances du moteur conformément aux exigences du point 6.5.5 de manière clairement perceptible par le conducteur. Lorsque le limiteur de couple est activé, le conducteur continue à en être averti conformément aux exigences du point 6.5.3.2.

6.5.3.5. Dans les cas où le moteur s'appuie sur l'utilisation d'EGR sans autre système de post-traitement des émissions d'azote, le constructeur peut recourir à une autre méthode répondant aux exigences du point 6.5.3.1 pour déterminer le niveau d'azote. Au moment de la réception, le constructeur doit démontrer que l'autre méthode et tout aussi rapide et précise dans la mesure des taux d'azote que ne le prévoient les dispositions du point 6.5.3.1 et qu'elle déclenche les mêmes effets que ceux qui sont visés aux points 6.5.3.2, 6.5.3.3 et 6.5.3.4.

6.5.4. *Contrôle de réactif*

6.5.4.1. Dans le cas des véhicules nécessitant l'usage d'un réactif pour remplir les exigences du présent point, le chauffeur est informé du niveau de réactif du réservoir embarqué par un signal mécanique ou électronique spécifique sur le tableau de bord du véhicule. Ce dernier inclut un avertissement lorsque le niveau de réactif descend

— sous 10 % de la contenance du réservoir ou un pourcentage plus élevé au choix du constructeur,

— sous le niveau correspondant à la distance susceptible d'être parcourue à l'aide de la réserve de carburant prévue par le constructeur.

L'indicateur de réactif est placé à proximité de l'indicateur de niveau de carburant.

6.5.4.2. Conformément aux exigences du point 3.6.5 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE, l'épuisement du réservoir de réactif est signalé au chauffeur.

6.5.4.3. En cas d'épuisement du réservoir de réactif, les exigences du point 6.5.5 s'appliquent en plus des exigences du point 6.5.4.2.

6.5.4.4. Tout constructeur peut choisir de respecter les dispositions des points 6.5.4.5 à 6.5.4.13. plutôt que celles de la partie 6.5.3.

6.5.4.5. Les systèmes moteurs comprennent un dispositif permettant de déterminer la présence sur le véhicule d'un fluide correspondant aux caractéristiques du réactif déclarées par le constructeur et enregistrées à l'annexe II de la présente directive.

6.5.4.6. Si le fluide contenu dans le réservoir de réactif ne correspond pas aux exigences minimales déclarées par le constructeur à l'annexe II de la présente directive, les exigences supplémentaires du point 6.5.4.13. sont applicables.

6.5.4.7. Les systèmes moteurs comprennent un dispositif permettant de déterminer la consommation de réactif et de fournir un accès externe aux données relatives à la consommation.

6.5.4.8. La consommation moyenne de réactif et la consommation moyenne prescrite de réactif par le système moteur soit au cours de la période précédente complète de 48 heures de fonctionnement du moteur, soit au cours de la période nécessaire pour une consommation prescrite de réactif d'au moins 15 litres, ou celle des deux périodes qui est la plus longue, sont disponibles par l'intermédiaire du port sériel du connecteur de diagnostic normalisé (voir le point 6.8.3 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE).

6.5.4.9. En vue de surveiller la consommation de réactif, les paramètres suivants du moteur au moins doivent être surveillés:

— le niveau de réactif du réservoir embarqué,

— le débit de réactif ou l'injection de réactif au point d'injection techniquement le plus proche dans un système de post-traitement des gaz d'échappement.

([1]) La Commission prévoit de revoir ces valeurs pour le 31 décembre 2005.

▼M1

6.5.4.10. Tout écart de plus de 50 % de la consommation moyenne de réactif et de la consommation moyenne prescrite de réactif par le système moteur au cours de la période définie au point 6.5.4.8 donnera lieu à l'application des mesures visées au point 6.5.4.13.

6.5.4.11. En cas d'interruption du dosage de réactif, les mesures visées au point 6.5.4.13 sont applicables. Cette disposition n'est pas requise lorsqu'une telle interruption est demandée par l'UCE du moteur parce que les émissions sont telles qu'aucun dosage de réactif n'est nécessaire, pour autant que le constructeur ait clairement informé les autorités compétentes des cas de figure concernés.

6.5.4.12. Si le niveau d'azote dépasse 7,0 g/kWh dans le cycle d'essai ETC, les mesures visées au point 6.5.4.13 sont applicables.

6.5.4.13. Lorsqu'il est fait référence au présent point, le conducteur est informé par activation du MI (cf. point 3.6.5 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE) et un limiteur de couple réduit les performances du moteur conformément aux exigences du point 6.5.5 de manière clairement perceptible par le conducteur du véhicule.

Un code non effaçable de défaut qui identifie la raison d'activation du limiteur de couple est mémorisé conformément au point 3.9.2 de l'annexe IV de la directive 2005/78/CE pendant au moins 400 jours ou 9 600 heures de fonctionnement du moteur.

6.5.5. *Mesures visant à prévenir la manipulation des systèmes de post-traitement des gaz d'échappement*

6.5.5.1 Tout système moteur couvert par le présent point comporte un limiteur de couple qui alerte le conducteur des dysfonctionnements du système moteur ou du véhicule et l'incite à remédier immédiatement à la défaillance.

6.5.5.2. Le limiteur de couple est activé lorsque le véhicule s'immobilise pour la première fois une fois que les conditions visées au point 6.5.3.4, 6.5.4.3, 6.5.4.6, 6.5.4.10, 6.5.4.11 ou 6.5.4.12 sont réalisées.

6.5.5.3. Lorsque le limiteur de coule entre en action, le couple moteur ne dépasse en aucun cas une valeur constante de:

— 60 % du couple à pleine charge, indépendamment de la vitesse du moteur, pour les véhicules de catégorie N3>16 tonnes, M3/III et M3/B > 7,5 tonnes,

— 75 % du couple à pleine charge, indépendamment de la vitesse du moteur, pour les véhicules de catégorie N1, N2, N3≤16 tonnes, M2, M3/I, M3/II, M3/A et M3/B ≤ 7,5 tonnes.

6.5.5.4. Le schéma du limiteur de couple est exposé aux points 6.5.5.5 à 6.5.5.6.

6.5.5.5. Une description écrite complète des caractéristiques de fonctionnement du limiteur de couple est établie selon les prescriptions en matière de documentation prévues au point 6.1.7.1 de la présente annexe.

6.5.5.6. Le limiteur de couple est désactivé lorsque les conditions d'activation ne sont plus données. Le limiteur de couple ne doit pas être désactivé automatiquement sans qu'il soit remédié à la raison de son activation.

6.5.5.7. Démonstration du limiteur de couple

6.5.5.7.1. Dans le cadre de la demande de réception prévue au point 3 de la présente annexe, le constructeur demande que le fonctionnement du limiteur de couple soit démontré par des essais du moteur sur dynamomètre ou par un essai du véhicule.

6.5.5.7.2. En cas d'essai du moteur sur dynamomètre, le constructeur réalise des cycles d'essais ETC consécutifs afin de démontrer que le limiteur de couple (y compris son système d'activation) fonctionne conformément aux exigences du point 6.5, et en particulier des points 6.5.5.2 et 6.5.5.3.

6.5.5.7.3. En cas d'essai du véhicule, le véhicule est conduit sur route ou sur piste d'essai afin de démontrer que le limiteur de couple (y compris son système d'activation) fonctionne conformément aux exigences du point 6.5, et en particulier des points 6.5.5.2 et 6.5.5.3.

▼B

7. MONTAGE SUR LE VÉHICULE

7.1. Le montage du moteur sur le véhicule doit correspondre aux caractéristiques suivantes en ce qui concerne la réception du moteur:

7.1.1. la dépression à l'admission ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné;

7.1.2. la contre-pression à l'échappement ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné;

7.1.3. le volume du système d'échappement ne doit pas dépasser de plus de 40 % celui spécifié à l'annexe VI pour le moteur réceptionné;

7.1.4. la puissance absorbée par les équipements auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné.

8. FAMILLE DE MOTEURS

▼M1

8.1. **Paramètres qui définissent la famille de moteurs**

La famille de moteurs, telle qu'elle est déterminée par le constructeur du moteur, doit être conforme aux dispositions de la norme ISO 16185.

▼B

8.2. **Choix du moteur parent**

8.2.1. *Moteurs Diesel*

Le moteur parent de la famille doit être sélectionné selon le critère primaire du débit de carburant maximal par course à la vitesse de couple maximale déclarée. Lorsque deux moteurs ou plus partagent ce critère primaire, le moteur parent doit être sélectionné au moyen du critère secondaire du débit de carburant maximal par course au régime nominal. Dans certains cas, l'organisme chargé de la réception peut conclure que le débit d'émission le plus défavorable de la famille peut être caractérisé au mieux par l'essai d'un second moteur. Par conséquent, l'organisme chargé de la réception peut sélectionner un moteur supplémentaire pour l'essai en se fondant sur des propriétés indiquant qu'il est susceptible de présenter le niveau d'émission le plus élevé des moteurs de cette famille.

Si des moteurs de la famille possèdent d'autres propriétés variables susceptibles d'être considérées comme influant sur les émissions de gaz d'échappement, il convient également de les recenser et d'en tenir compte dans le choix du moteur parent.

8.2.2. *Moteurs à gaz*

Le moteur parent de la famille doit être sélectionné sur la base du critère primaire de la plus grande cylindrée. Lorsque ce critère primaire est commun à deux moteurs ou plus, le moteur parent doit être sélectionné au moyen du critère secondaire, et ce, dans l'ordre suivant:

— le débit de carburant le plus élevé par course au régime de la puissance nominale déclarée,

— l'avance à l'allumage la plus grande,

— le taux le plus faible de recyclage des gaz d'échappement,

— l'absence de pompe à air ou la pompe à débit d'air effectif le plus faible.

Dans certains cas, l'organisme chargé de la réception peut conclure que l'essai d'un second moteur permettra la meilleure détermination du débit d'émission le plus défavorable de la famille. En conséquence, il peut sélectionner un moteur supplémentaire pour l'essai en se fondant sur des propriétés indiquant qu'il pourrait présenter le niveau d'émission le plus élevé des moteurs appartenant à cette famille.

▼M1

8.3. **Paramètres qui définissent une famille de moteurs OBD**

La famille de moteurs OBD peut être définie par des caractéristiques de base qui doivent être communes aux systèmes moteurs de la famille.

▼M1

La liste suivante de paramètres de base doit être commune pour que les moteurs puissent être considérés comme appartenant à la même famille de moteurs OBD:

— méthodes de surveillance OBD,

— méthodes de détection de dysfonctionnement;

à moins que le constructeur n'établisse pas l'équivalence de ces méthodes au moyen de procédures de démonstration technique pertinentes ou d'autres procédures appropriées.

Note: les moteurs n'appartenant pas à la même famille de moteurs peuvent appartenir à la même famille de moteurs OBD à condition que les critères susmentionnés soient remplis.

▼B

9. CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

▼M1

9.1. Les mesures destinées à assurer la conformité de la production doivent être prises selon les dispositions de l'article 10 de la directive 70/156/CEE. La conformité de la production est vérifiée sur la base de la description donnée dans les certificats de réception figurant à l'annexe VI de la présente directive. En appliquant les appendices 1, 2 ou 3, l'émission mesurée de gaz polluants et de particules des moteurs soumis à la vérification de la conformité de la production est ajustée par application des facteurs de détérioration (FD) appropriés pour ce moteur tels qu'ils figurent au point 1.5 de l'appendice de l'annexe VI.

Les points 2.4.2 et 2.4.3 de l'annexe X de la directive 70/156/CEE s'appliquent lorsque les autorités compétentes ne sont pas satisfaites de la procédure d'audit du constructeur.

▼B

9.1.1. Si les émissions de polluants doivent être mesurées et que la réception du moteur a fait l'objet d'une ou plusieurs extensions, les essais seront effectués sur le ou les moteurs décrits dans le dossier d'information relatif à l'extension concernée.

9.1.1.1. Conformité du moteur soumis au contrôle des émissions de polluants:

après présentation du moteur aux autorités, le constructeur ne doit effectuer aucun réglage sur les moteurs sélectionnés.

9.1.1.1.1. Trois moteurs sont prélevés au hasard dans la série. Les moteurs qui ne sont soumis qu'aux essais ESC et ELR ou qui ne sont soumis qu'à l'essai ETC pour la réception par rapport à la ligne A des tableaux qui figurent au point 6.2.1 sont soumis aux essais applicables pour le contrôle de conformité de la production. Moyennant l'accord de l'autorité, tous les autres types de moteurs réceptionnés par rapport aux lignes A, B 1 et B 2 ou C des tableaux figurant au point 6.2.1 sont soumis soit aux cycles d'essai ESC et ELR, soit au cycle d'essai ETC pour le contrôle de conformité de la production. Les valeurs limites figurent au point 6.2.1 de la présente annexe.

9.1.1.1.2. Les essais sont réalisés suivant l'appendice 1 de la présente annexe lorsque l'autorité compétente est satisfaite de l'écart type de production donné par le constructeur, conformément à l'annexe X de la directive 70/156/CEE qui s'applique aux véhicules à moteur et à leurs remorques.

Les essais sont réalisés suivant l'appendice 2 de la présente annexe lorsque l'autorité compétente n'est pas satisfaite de l'écart type de production donné par le constructeur, conformément à l'annexe X de la directive 70/156/CEE qui s'applique aux véhicules à moteur et à leurs remorques.

À la demande du constructeur, les essais peuvent être effectués suivant l'appendice 3 de la présente annexe.

9.1.1.1.3. À l'issue d'un essai effectué par échantillonnage de moteurs, la production d'une série est jugée conforme lorsqu'une décision positive (acceptation) est prise pour tous les polluants et non conforme lorsqu'une décision négative (refus) est prise pour un polluant, conformément aux critères d'essai figurant dans l'appendice correspondant.

Lorsqu'une décision positive est prise pour un polluant, elle ne peut pas être modifiée par des essais supplémentaires destinés à prendre une décision sur les autres polluants.

▼B

Si aucune décision positive n'est prise pour tous les polluants et qu'aucune décision négative n'est prise pour un polluant, un essai est effectué sur un autre moteur (voir la figure 2).

Si aucune décision n'est prise, le constructeur peut décider à tout moment d'interrompre les essais. On enregistre dans ce cas une décision négative.

9.1.1.2. Les essais sont effectués sur des moteurs neufs. Les moteurs à gaz doivent être rodés en appliquant la procédure définie au paragraphe 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

9.1.1.2.1. Toutefois, à la demande du constructeur, les essais peuvent être effectués sur des moteurs Diesel ou des moteurs à gaz ayant subi un rodage plus long que la période indiquée au paragraphe 9.1.1.2 avec un maximum de 100 heures. Dans ce cas, le rodage sera réalisé par le constructeur qui ne devra effectuer aucun réglage sur les moteurs.

9.1.1.2.2. Lorsque le constructeur demande à effectuer un rodage conformément au paragraphe 9.1.1.2.1, celui-ci peut porter sur:

— tous les moteurs testés,

ou

— le premier moteur testé auquel est affecté un coefficient d'évolution calculé de la manière suivante:

— les émissions de polluants sont mesurées à zéro et à «x» heures sur le premier moteur testé,

— le coefficient d'évolution des émissions entre zéro et «x» heures est calculé pour chacun des polluants:

émissions «x» heures/émissions zéro heure,

ce coefficient peut être inférieur à 1.

Les autres moteurs ne subiront pas de rodage, mais leurs émissions à zéro heure seront affectées de ce coefficient d'évolution.

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

— les valeurs à «x» heures pour le premier moteur,

— les valeurs à zéro heure multipliées par le coefficient d'évolution pour les autres moteurs.

9.1.1.2.3. Pour des moteurs Diesel et des moteurs à gaz fonctionnant au GPL, tous ces essais peuvent être effectués avec du carburant commercial. Toutefois, à la demande du constructeur, les carburants de référence décrits à l'annexe IV peuvent être utilisés. Cela signifie qu'il faut effectuer, sur au moins deux des carburants de référence sélectionnés pour chaque moteur à gaz, des essais tels que ceux décrits au point 4 de la présente annexe.

9.1.1.2.4. Pour des moteurs fonctionnant au gaz naturel, tous ces essais peuvent être effectués avec du carburant commercial de la manière suivante:

— dans le cas de moteurs portant le repère H, avec un carburant commercial de la gamme H ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,00$),

— dans le cas de moteurs portant le repère L, avec un carburant commercial de la gamme L ($1,00 \leq S_\lambda \leq 1,19$),

— dans le cas de moteurs portant le repère HL, avec un carburant commercial dont le facteur de recalage S_λ se situe entre les valeurs extrêmes ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,19$).

À la demande du constructeur, les carburants de référence décrits à l'annexe IV peuvent cependant être utilisés. Cela implique d'effectuer des essais tels que ceux décrits au point 4 de la présente annexe.

9.1.1.2.5. En cas de litige résultant de la non-conformité de moteurs à gaz utilisés avec un carburant du commerce, les essais doivent être effectués avec un carburant de référence déjà utilisé sur le moteur parent ou avec l'éventuel carburant 3 supplémentaire qui est mentionné aux points 4.1.3.1 et 4.2.1.1 et qui peut avoir été utilisé sur le moteur parent. Les résultats doivent ensuite être convertis par calcul, en appliquant le ou les facteurs correspondants «r», «ra» ou «rb» décrits aux points 4.1.4, 4.1.5.1 et 4.2.1.2. Si r, ra ou rb est inférieur à 1, aucune correction n'est nécessaire. Les résultats mesurés et calculés doivent attester que le moteur respecte les valeurs limites avec tous les carburants correspondants (carburants 1, 2 et éventuelle-

▼B

ment 3 dans le cas des moteurs fonctionnant au gaz naturel et carburants A et B dans le cas des moteurs fonctionnant au GPL).

9.1.1.2.6. Les essais de conformité de la production d'un moteur à gaz conçu pour être exploité avec une composition de carburant spécifique doivent porter sur le carburant pour lequel le moteur a été étalonné.

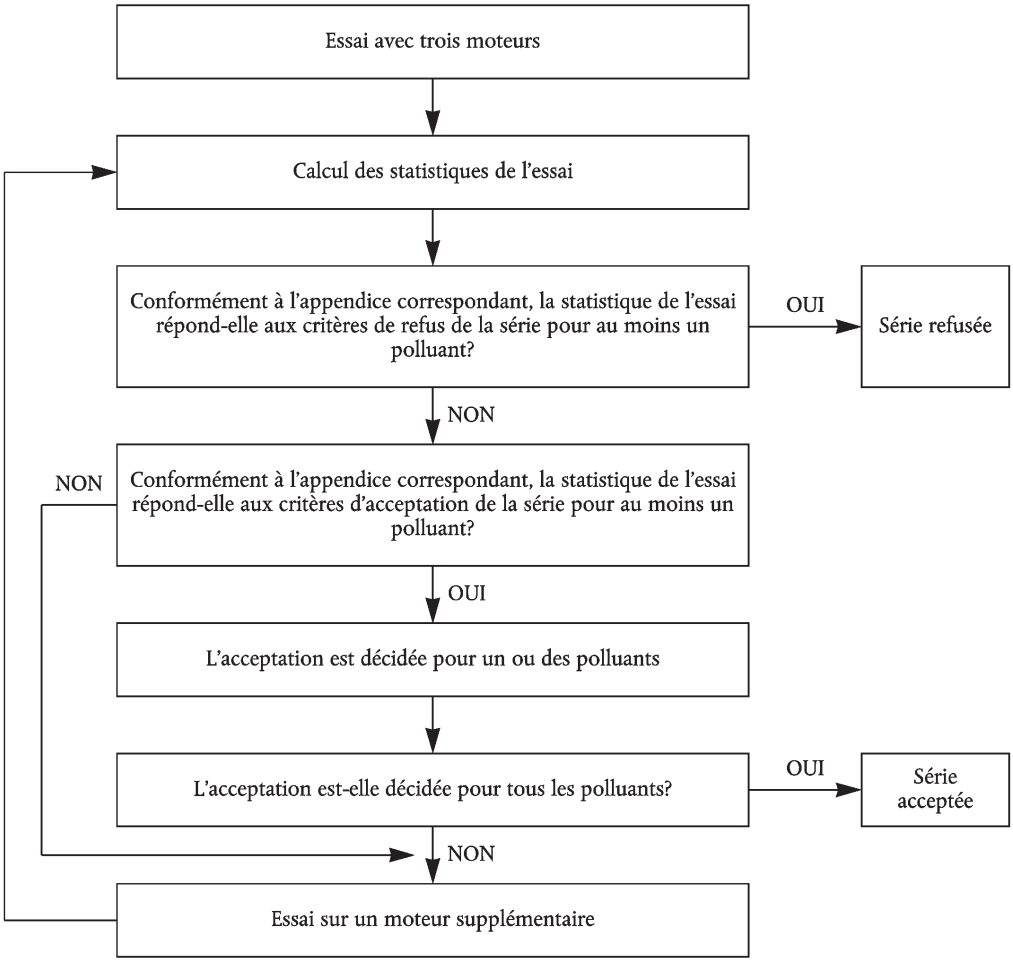


Figure 2

Schéma des essais de conformité de la production

▼M1

9.1.2. *Systèmes de diagnostic embarqués (OBD)*

9.1.2.1. Si une vérification de la conformité de la production du système OBD doit être effectuée, elle doit être menée conformément aux dispositions suivantes.

9.1.2.2. Lorsque l'autorité chargée de la réception du type conclut que la qualité de la production semble insatisfaisante, un moteur est prélevé au hasard dans la série et est soumis aux essais décrits à l'annexe IV, appendice 1, de la directive 2005/78/CE. Les essais peuvent être effectués sur un moteur qui a subi un rodage de 100 heures au maximum.

9.1.2.3. La production est jugée conforme si ce moteur répond aux exigences des essais décrits à l'annexe IV, appendice 1, de la directive 2005/78/CE.

9.1.2.4 Si le moteur prélevé dans la série ne satisfait pas aux exigences du point 9.1.2.2, un échantillon aléatoire supplémentaire de quatre moteurs est prélevé dans la série et soumis aux essais décrits à l'annexe IV, appendice 1, de la directive 2005/78/CE. Les essais peuvent être réalisés sur des moteurs qui ont subi un rodage de 100 heures au maximum.

▼**M1**

9.1.2.5. La production est jugée conforme si au moins trois moteurs de l'échantillon aléatoire supplémentaire des quatre moteurs répondent aux exigences des essais décrites à l'annexe IV, appendice 1, de la directive 2005/78/CE.

10. CONFORMITÉ DES VÉHICULES/MOTEURS EN SERVICE

10.1. Aux fins de la présente directive, la conformité des véhicules/moteurs en service est vérifiée périodiquement au cours de la durée de vie utile d'un moteur installé sur un véhicule.

10.2. Par référence aux réceptions accordées pour les émissions, des mesures additionnelles sont appropriées pour confirmer la fonctionnalité des dispositifs de contrôle des émissions au cours de la vie utile d'un moteur installé sur un véhicule dans des conditions normales d'utilisation.

10.3. Les procédures à suivre en ce qui concerne la conformité des véhicules/moteurs en service figurent à l'annexe III de la directive 2005/78/CE.

▼B

Appendice 1

PROCÉDURE DE VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION LORSQUE L'ÉCART TYPE EST SATISFAISANT

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre afin de vérifier la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants lorsque l'écart type de production donné par le constructeur est satisfaisant.

2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,95 (risque fournisseur = 5 %), avec une proportion de défectueux de 40 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.

▼M1

3. Pour chacun des polluants visés au point 6.2.1 de l'annexe I (voir la figure 2), la procédure suivante est appliquée):

   avec:

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

   x_i = le logarithme naturel de la valeur mesurée (après application du FD correspondant) pour le énième moteur de l'échantillon;

   s = une estimation de l'écart type de production (après transformation des mesurages en logarithme naturel);

   n = la taille de l'échantillon.

▼B

4. Pour chaque échantillon, la somme des écarts normalisés par rapport à la limite est calculée au moyen de la formule suivante:

$$\frac{1}{s}\Sigma_{i=1}^{n}(L\text{-}\chi_i)$$

5. Alors:

   — si la statistique de l'essai est supérieure au seuil d'acceptation prévu pour la taille de l'échantillon, apparaissant dans le tableau 3, l'acceptation est décidée pour le polluant,

   — si la statistique de l'essai est inférieure au seuil de refus prévu pour la taille de l'échantillon, apparaissant dans le tableau 3, le refus est décidé pour le polluant,

   — sinon, un moteur supplémentaire est testé conformément au point 9.1.1.1 de l'annexe I et le calcul s'applique à l'échantillon augmenté d'une unité.

▼B

Tableau 3

Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 1

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation A_n	Seuil de refus B_n
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

▼B

Appendice 2

PROCÉDURE DE VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION LORSQUE L'ÉCART TYPE N'EST PAS SATISFAISANT OU DISPONIBLE

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre afin de vérifier la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants lorsque l'écart type de production donné par le constructeur n'est pas satisfaisant ou disponible.

2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,95 (risque fournisseur = 5 %), avec une proportion de défectueux de 40 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.

▼M1

3. Les valeurs mesurées pour les polluants définis au point 6.2.1 de l'annexe I, après application du FD correspondant, sont supposées être distribuées suivant la loi «log-normale» et doivent être transformées à l'aide de leur logarithme naturel. On note m_0 et m les tailles d'échantillons respectivement minimales et maximales ($m_0 = 3$ et $m = 32$) et n la taille de l'échantillon.

4. Si les logarithmes naturels des valeurs mesurées (après avoir appliqué le FD correspondant) dans la série sont x_1, x_2, … x_i et L est le logarithme naturel de la valeur limite pour le polluant, alors on définit:

▼B

$$d_i = \chi_i - L$$

et

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

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

5. Le tableau 4 donne les valeurs d'acceptation (A_n) et de refus (B_n) en fonction de la taille de l'échantillon. La statistique de l'essai est le rapport $\bar{d}_n / V_n$ et doit être utilisée pour déterminer si la série est acceptée ou refusée comme suit:

pour $m_0 \leq n < m$:

— accepter la série si $\bar{d}_n / v_n \leq A_n$,

— refuser la série si $\bar{d}_n / v_n \geq B_n$,

— essayer un véhicule supplémentaire si $A_n < \bar{d}_n / v_n < B_n$.

6. Remarques

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

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

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

$$\left(n = 2, 3, \ldots;\ \bar{d}_1 = d_1;\ V_1 = 0\right)$$

▼B

Tableau 4

Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 2

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation A_n	Seuil de refus B_n
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

▼B

Appendice 3

PROCÉDURE DE VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION À LA DEMANDE DU CONSTRUCTEUR

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre pour vérifier, à la demande du constructeur, la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants.

2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,90 (risque fournisseur = 10 %), avec une proportion de défectueux de 30 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit de 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.

▼M1

3. La procédure suivante est utilisée pour chacun des polluants visés au point 6.2.1 de l'annexe I (voir la figure 2):

   avec:

   L = le logarithme naturel de la valeur limite pour le polluant,

   x_i = le logarithme naturel de la valeur mesurée (après application du FD correspondant) pour le énième moteur de l'échantillon,

   s = une estimation de l'écart type de production (après transformation des mesurages en logarithme naturel),

   n = la taille de l'échantillon.

▼B

4. On calcule pour chaque échantillon la statistique de l'essai représentant le nombre de moteurs non conformes, soit $x_i \geq L$.

5. Puis:

   — si la statistique de l'essai est inférieure ou égale au seuil d'acceptation donné par taille d'échantillon du tableau 5 une décision positive (acceptation) est prise pour le polluant concerné,

   — si la statistique de l'essai est supérieure ou égale au seuil de refus donné par taille d'échantillon du tableau 5 une décision négative (refus) est prise pour le polluant concerné,

   — dans les autres cas, un moteur supplémentaire est soumis à l'essai visé à l'annexe I, point 9.1.1.1., et la procédure de calcul s'applique à l'échantillon augmenté d'une unité.

   Les valeurs d'acceptation et de refus figurant dans le tableau 5 sont calculées au moyen de la norme internationale ISO 8422/1991.

▼B

Tableau 5

Seuils d'acceptation et de refus pour le plan d'échantillonnage de l'appendice 3

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation	Seuil de refus
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

▼**M1**

Appendice 4

DÉTERMINATION DE L'ÉQUIVALENCE D'UN SYSTÈME

La détermination de l'équivalence d'un système conformément au point 6.2 de la présente annexe doit reposer sur une étude de corrélation de sept paires d'échantillons (ou plus) entre le système projeté et l'un des systèmes de référence de la présente directive sur la base de cycle(s) d'essais appropriés. Les critères d'équivalence à appliquer sont le test F et le test t (de Student) bilatéral.

Cette méthode statistique examine l'hypothèse selon laquelle l'écart type de la population et la valeur moyenne d'une émission mesurée par le système projeté ne diffèrent pas de l'écart type et de la valeur moyenne de la population pour cette émission mesurée par le système de référence. L'hypothèse est testée sur la base d'un seuil de signification de 5 % des valeurs F et t. Les valeurs F et t critiques pour sept à dix paires d'échantillons figurent au tableau ci-dessous. Si les valeurs F et t calculées selon les formules ci-après sont supérieures aux valeurs F et t critiques, le système projeté n'est pas équivalent.

La procédure suivante s'applique: les indices R et C représentent respectivement le système de référence et le système projeté:

a) Conduire au moins sept essais avec les systèmes projeté et de référence menés de préférence en parallèle. Le nombre d'essais est désigné par n_R et n_C.

b) Calculer les valeurs moyennes x_R et x_C et les écarts types s_R et s_C.

c) Calculer la valeur F comme suit:

$$F = \frac{s^2_{\text{major}}}{s^2_{\text{minor}}}$$

(le plus grand des deux écarts types S_R ou S_C étant au numérateur)

d) Calculer la valeur t comme suit:

$$t = \frac{\left|x_C - x_R\right|}{\sqrt{\left(n_C - 1\right)\times s_C^2 + \left(n_R - 1\right)\times s_R^2}} \times \sqrt{\frac{n_C \times n_R \times \left(n_C + n_R - 2\right)}{n_C + n_R}}$$

e) Comparer les valeurs F et t calculées avec les valeurs F et t critiques correspondant au nombre respectif d'essais indiqué au tableau ci-dessous. Si des tailles d'échantillons plus grandes sont sélectionnées, consulter les tableaux statistiques pour un seuil de signification de 5 % (seuil de confiance de 95 %).

f) Déterminer les degrés de liberté (df) comme suit:

pour le test F: $df = n_R - 1 / n_C - 1$

pour le test t: $df = n_C + n_R - 2$

Valeurs F et t pour les tailles d'échantillon sélectionnées

Taille de l'échantillon	Test F		Test t	
	df	F_{crit}	df	t_{crit}
7	6/6	4,284	12	2,179
8	7/7	3,787	14	2,145
9	8/8	3,438	16	2,120
10	9/9	3,179	18	2,101

g) Déterminer l'équivalence comme suit:

— si $F < F_{crit}$ **et** $t < t_{crit}$, le système projeté est équivalent au système de référence de la présente directive;

▼**M1**

— si $F \geq F_{crit}$ **et** $t \geq t_{crit}$, le système projeté est différent du système de référence de la présente directive.

▼B

ANNEXE II

DOCUMENT D'INFORMATION N° ...

ÉTABLI CONFORMÉMENT À L'ANNEXE I DE LA DIRECTIVE DU CONSEIL 70/156/CEE CONCERNANT LA RÉCEPTION CE

et se référant aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules

(directive 2005/55/CE)

Type de véhicule/moteur parent/type de moteur [1] .....

0. GÉNÉRALITÉS

0.1. Marque (nom de l'entreprise): .....

0.2. Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles): .....

0.3. Moyens et emplacement de l'identification du type, s'il est indiqué sur le véhicule: .....

0.4. Catégorie du véhicule (le cas échéant): .....

0.5. Catégorie du moteur: Diesel/gaz naturel/GPL/éthanol [1] .....

0.6. Nom et adresse du constructeur: .....

▶[1] 0.7. Nom et adresse du mandataire du constructeur: ..... ◀

▶[2] 0.8. ◀ Emplacement et mode d'apposition des plaques et inscriptions réglementaires: .....

▶[3] 0.9. ◀ Dans le cas de composants et d'entités techniques distincts, emplacement et mode de fixation de la marque de réception CE: .....

▶[4] 0.10. ◀ Adresse du ou des ateliers de montage: .....

▶[5] 0.11. Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de diagnostic embarqué (OBD), description écrite et/ou schéma du MI: ..... ◀

Appendices

1. Caractéristiques essentielles du moteur (parent) et renseignements concernant la conduite des essais.

2. Caractéristiques essentielles de la famille de moteurs.

3. Caractéristiques essentielles des types de moteurs de la famille.

4. Caractéristiques des parties du véhicule en liaison avec le moteur (s'il y a lieu).

5. Photographies et/ou schémas du moteur parent/type de moteur et, s'il y a lieu, du logement du compartiment moteur.

6. Donner la liste des autres appendices éventuels.

Date, dossier

[1] Biffer la mention inutile.

▶(1) (2) (3) (4) (5) M1

▼B

Appendice 1

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU MOTEUR (PARENT) ET RENSEIGNEMENTS SUR LA CONDUITE DES ESSAIS [1]

1.	**Description du moteur**
1.1.	Constructeur: .....
1.2.	Numéro de code du moteur du constructeur: .....
1.3.	Cycle: quatre temps/deux temps [2]
1.4.	Nombre et disposition des cylindres: .....
1.4.1.	Alésage: ..... mm
1.4.2.	Course: ..... mm
1.4.3.	Ordre d'allumage: .....
1.5.	Capacité du moteur: ..... cm^3
1.6.	Taux de compression volumétrique [3]: .....
1.7.	Dessin(s) de la chambre de combustion et de la calotte du piston: .....
1.8.	Section minimale des chapelles d'admission et d'échappement: ..... cm^2
1.9.	Régime de ralenti: ..... min^{-1}
1.10.	Puissance nette maximale: ..... kW à ..... min^{-1}
1.11.	Régime maximal autorisé: ..... min^{-1}
1.12.	Couple maximal net: ..... Nm à ..... min^{-1}
1.13.	*Système de combustion*: allumage par compression/allumage commandé [2]
1.14.	*Carburant*: Diesel/GPL/GN H/GN L/GN HL/éthanol [2]
1.15.	*Système de refroidissement*
1.15.1.	Liquide
1.15.1.1.	Nature du liquide: .....
1.15.1.2.	Pompe(s) de circulation: avec/sans [2]
1.15.1.3.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu): .....
1.15.1.4.	Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu): .....
1.15.2.	Air
1.15.2.1.	Soufflante: avec/sans [2]
1.15.2.2.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu): .....
1.15.2.3.	Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu): .....
1.16.	*Température admise par le constructeur*
1.16.1.	Refroidissement par liquide: température maximale de sortie: ..... K
1.16.2.	Refroidissement par air: ..... point de référence: .....
	Température maximale au point de référence: ..... K

[1] Pour les moteurs et systèmes non classiques, le constructeur fournira les données équivalentes à celles demandées ici.
[2] Biffer la mention inutile.
[3] Indiquer la tolérance.

▼B

1.16.3. Température maximale de l'air à la sortie de l'échangeur d'admission (s'il y a lieu):

..... K

1.16.4. Température maximale au ou aux tuyaux d'échappement au droit de la ou des brides de sortie du ou des collecteurs d'échappement ou du ou des turbocompresseurs:

..... K

1.16.5. Température du carburant: min. ..... K, max. ..... K

à l'admission de la pompe d'injection pour des moteurs Diesel, à l'étage final du détendeur pour des moteurs à gaz

1.16.6. Pression de carburant: min ..... kPa, max. ..... kPa

à l'étage final du détendeur, moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement

1.16.7. Température du lubrifiant: min ..... K, max ..... K

1.17. *Suralimentation:* avec/sans ([1])

1.17.1. Marque: .....

1.17.2. Type: .....

1.17.3. Description du système (par exemple pression de charge maximale, soupape de décharge, s'il y a lieu)

.....

1.17.4. Échangeur intermédiaire: avec/sans ([1])

1.18. *Système d'admission*

Dépression à l'admission maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE du Conseil du 16 décembre 1980 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la puissance des moteurs des véhicules à moteur, et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées ([2]):

..... kPa

1.19. *Système d'échappement*

Contre-pression à l'échappement maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées:

..... kPa

Volume du système d'échappement: ..... dm^3

▶[(1)] 1.20. *Unité de contrôle électronique du moteur (EECU) (tous types de moteurs)*

1.20.1. Marque: .....

1.20.2. Type: .....

1.20.3. Numéro(s) d'identification du logiciel d'étalonnage: .....◀

([1]) Biffer la mention inutile.

([2]) JO L 375 du 31.12.1980, p. 46. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 1999/99/CE de la Commission (JO L 334 du 28.12.1999, p. 32).

▼B

2.	**Mesures contre la pollution de l'air**
2.1.	Dispositif de recyclage des gaz de carter (description et schémas): .....
2.2.	Dispositifs antipollution supplémentaires (s'ils existent et s'ils n'apparaissent pas dans une autre rubrique): .....
2.2.1.	Convertisseur catalytique: oui/non [1]
2.2.1.1.	Marque(s): .....
2.2.1.2.	Type(s): .....
2.2.1.3.	Nombre de convertisseurs catalytiques et d'éléments: .....
2.2.1.4.	Dimensions, forme et volume du ou des convertisseurs catalytiques: .....
2.2.1.5.	Type d'action catalytique: .....
2.2.1.6.	Quantité totale de métaux précieux: .....
2.2.1.7.	Concentration relative: .....
2.2.1.8.	Substrat (structure et matériaux): .....
2.2.1.9.	Densité alvéolaire: .....
2.2.1.10.	Type de carter pour le/les convertisseur(s) catalytique(s): .....
2.2.1.11.	Emplacement des convertisseurs catalytiques (localisation et distance de référence le long du système d'échappement): .....
▶(1) 2.2.1.12.	Plage des températures normales de fonctionnement (K): .....
2.2.1.13.	Réactifs consommables (s'il y a lieu):
2.2.1.13.1.	Type et concentration du réactif nécessaire à l'action catalytique: .....
2.2.1.13.2.	Plage des températures normales de fonctionnement du réactif: .....
2.2.1.13.3.	Norme internationale (s'il y a lieu): .....
2.2.1.13.4.	Fréquence de recharge de réactif: continue/entretien [1] ◀
2.2.2.	Capteur d'oxygène: oui/non [1]
2.2.2.1.	Marque(s): .....
2.2.2.2.	Type: .....
2.2.2.3.	Emplacement: .....
2.2.3.	Injection d'air: oui/non [1]
2.2.3.1.	Type (air pulsé, pompe à air, etc.): .....

[1] Biffer la mention inutile.

▶(1) M1

▼B

2.2.4. Recyclage des gaz d'échappement: oui/non (1)

►(1) 2.2.4.1. Caractéristiques (marque, type, débit, etc.): ..... ◄

2.2.5. Piège à particules: oui/non (1)

2.2.5.1. Dimensions, forme et contenance du piège à particules: .....

2.2.5.2. Type et conception du piège à particules: .....

2.2.5.3. Emplacement (distance de référence le long du système d'échappement): .....

2.2.5.4. Méthode ou système de régénération, description et/ou dessin: .....

►(2) 2.2.5.5. Plage des températures normales de fonctionnement (K) et des pressions (kPa): .....

2.2.5.6. En cas de régénération périodique:

– Nombre de cycles d'essais ETC entre deux régénérations (n1),

– Nombre de cycles d'essais ETC au cours de la régénération (n2) ◄

2.2.6. Autres systèmes: oui/non (1)

2.2.6.1. Description et fonctionnement: .....

3. **Alimentation en carburant**

3.1. *Moteurs Diesel*

3.1.1. Pompe d'alimentation en carburant

Pression (2): ..... kPa ou diagramme caractéristique (1): .....

3.1.2. Système d'injection

3.1.2.1. Pompe

3.1.2.1.1. Marque(s): .....

3.1.2.1.2. Type(s): .....

3.1.2.1.3. Débit: ..... mm^3 (2) par course au régime du moteur de ..... tr/min à pleine injection ou diagramme caractéristique (1) (2): .....

Indiquer la méthode utilisée: sur moteur/sur banc de pompe (1)

En présence d'un régulateur de suralimentation, indiquer le débit de carburant caractéristique et la pression de suralimentation au régime du moteur.

3.1.2.1.4. Avance à l'injection

3.1.2.1.4.1. Courbe d'avance à l'injection (2): .....

3.1.2.1.4.2. Calage statique (2): .....

3.1.2.2. Tuyauterie d'injection

3.1.2.2.1. Longueur: ..... mm

3.1.2.2.2. Diamètre intérieur: ..... mm

►(3) 3.1.2.2.3. Rampe commune, marque et type: ..... ◄

3.1.2.3. Injecteur(s)

(1) Biffer la mention inutile.
(2) Indiquer la tolérance.

▼B

3.1.2.3.1. Marque(s): .....

3.1.2.3.2. Type(s): .....

3.1.2.3.3. Pression d'ouverture ..... kPa (2)
ou diagramme caractéristique (1) (2): .....

3.1.2.4. Régulateur

3.1.2.4.1. Marque(s): .....

3.1.2.4.2. Type(s): .....

3.1.2.4.3. Régime de début de coupure à pleine charge: ..... tr/min

3.1.2.4.4. Régime maximal à vide: ..... tr/min

3.1.2.4.5. Régime de ralenti: ..... tr/min

3.1.3. Système de démarrage à froid

3.1.3.1. Marque(s): .....

3.1.3.2. Type(s): .....

3.1.3.3. Description: .....

3.1.3.4. Dispositif de démarrage auxiliaire: .....

3.1.3.4.1. Marque: .....

3.1.3.4.2. Type: .....

3.2. *Moteurs à gaz* (3)

3.2.1. Carburant: gaz naturel/GPL (1)

3.2.2. Régulateur(s) de pression ou vaporisateur/régulateur(s) de pression (2)

3.2.2.1. Marque(s): .....

3.2.2.2. Type(s): .....

3.2.2.3. Nombre d'étages de détente: .....

3.2.2.4. Pression à l'étage final: min. ..... kPa, max. ..... kPa

3.2.2.5. Nombre de points de réglage principaux: .....

3.2.2.6. Nombre de points de réglage du ralenti: .....

3.2.2.7. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE (*): .....

3.2.3. Système d'alimentation: unité de mélange/injection de gaz/injection de liquide/injection directe (1)

3.2.3.1. Réglage du rapport de mélange: .....

3.2.3.2. Description du système et/ou diagramme et schémas: .....

3.2.3.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.4. Unité de mélange

3.2.4.1. Nombre: .....

3.2.4.2. Marque(s): .....

3.2.4.3. Type(s): .....

3.2.4.4. Emplacement: .....

3.2.4.5. Possibilités de réglage: .....

(1) Biffer la mention inutile.
(2) Indiquer la tolérance.
(3) Dans le cas de systèmes installés différemment, fournir des informations équivalentes (pour le paragraphe 3.2).
(*) Directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules, et modifiant la directive 88/77/CEE du Conseil (JO L 44 du 16.2.2000, p. 1).

▼B

3.2.4.6. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5. Injection dans le collecteur d'admission

3.2.5.1. Injection: monopoint/multipoint ([1])

3.2.5.2. Injection: continue/simultanée/séquentielle ([1])

3.2.5.3. Équipement d'injection

3.2.5.3.1. Marque(s): .....

3.2.5.3.2. Type(s): .....

3.2.5.3.3. Possibilités de réglage: .....

3.2.5.3.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5.4. Pompe d'alimentation (s'il y a lieu):

3.2.5.4.1. Marque(s): .....

3.2.5.4.2. Type(s): .....

3.2.5.4.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5.5. Injecteur(s):

3.2.5.5.1. Marque(s): .....

3.2.5.5.2. Type(s): .....

3.2.5.5.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.6. Injection directe

3.2.6.1. Pompe d'injection/régulateur de pression ([1])

3.2.6.1.1. Marque(s): .....

3.2.6.1.2. Type(s): .....

3.2.6.1.3. Calage d'injection: .....

3.2.6.1.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.6.2. Injecteur(s)

3.2.6.2.1. Marque(s): .....

3.2.6.2.2. Type(s): .....

3.2.6.2.3. Pression d'ouverture ou diagramme caractéristique ([2]): .....

3.2.6.2.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.7. Bloc électronique de commande

3.2.7.1. Marque(s): .....

3.2.7.2. Type(s): .....

3.2.7.3. Possibilités de réglage: .....

3.2.8. Équipement spécifique au gaz naturel

3.2.8.1. Variante 1
(uniquement dans le cas de réceptions de moteurs pour plusieurs compositions de carburant spécifiques)

([1]) Biffer la mention inutile.
([2]) Indiquer la tolérance.

▼B

3.2.8.1.1.	Composition de carburant:			
	méthane (CH_4):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
	éthane (C_2H_6):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
	propane (C_3H_8):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
	butane (C_4H_{10}):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
	C5/C5+:	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

3.2.8.1.2. Injecteur(s)

3.2.8.1.2.1. Marque(s) .....

3.2.8.1.2.2. Type(s): .....

3.2.8.1.3. Divers (s'il y a lieu)

3.2.8.2. Variante 2
(uniquement dans le cas de réceptions de moteurs pour plusieurs compositions de carburant spécifiques)

4. **Distribution**

4.1. Levée maximale des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture par rapport aux points morts ou données équivalentes:
.....

4.2. Référence et/ou gammes de réglage ([1]): .....

5. **Système d'allumage (moteurs à allumage par étincelle uniquement)**

5.1. *Type de système d'allumage:* bobine et bougies communes/bobine et bougies individuelles/bobine sur bougie/autre (préciser) ([1])

5.2. Dispositif de commande de l'avance à l'allumage

5.2.1. Marque(s): .....

5.2.2. Type(s): .....

5.3. Courbe d'avance à l'allumage/cartographie d'avance à l'allumage ([1]) ([2]): .....

5.4. Calage d'allumage ([2]): ..... degrés avant le PMH à un régime de ..... tr/min et une pression absolue dans la tubulure d'admission de ..... kPa

5.5. *Bougies d'allumage*

5.5.1. Marque(s): .....

5.5.2. Type(s): .....

5.5.3. Écartement des électrodes: ..... mm

5.6. *Bobine(s) d'allumage*

5.6.1. Marque(s): .....

5.6.2. Type(s): .....

([1]) Biffer la mention inutile.
([2]) Indiquer la tolérance.

▼B

6. **Équipement entraîné par le moteur**

Le moteur doit être soumis aux essais avec tous les dispositifs auxiliaires nécessaires à son fonctionnement (par exemple ventilateur, pompe à eau, etc.), tels qu'ils sont prescrits dans la directive 80/1269/CEE, annexe I, point 5.1.1., et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées.

6.1. *Dispositifs auxiliaires à installer pour l'essai*

S'il est impossible ou inadéquat d'installer les dispositifs auxiliaires sur le banc d'essai, la puissance absorbée par ces dispositifs doit être calculée et soustraite de la puissance mesurée pour le moteur sur toute la zone de fonctionnement du ou des cycles d'essai.

6.2. *Dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai*

Les dispositifs auxiliaires uniquement nécessaires au fonctionnement du véhicule (par exemple compresseur d'air, système de climatisation, etc.) doivent être enlevés pour l'essai. Lorsque cela est impossible, la puissance absorbée par ces dispositifs peut être calculée et additionnée à la puissance mesurée pour le moteur sur toute la zone de fonctionnement du ou des cycles d'essai.

7. **Informations supplémentaires sur les conditions d'essai**

7.1. *Lubrifiant utilisé*

7.1.1. Marque: .....

7.1.2. Type: .....

(indiquer la proportion d'huile dans le mélange si le lubrifiant et le carburant sont mélangés): .....

7.2. *Équipement entraîné par le moteur (s'il y a lieu)*

La puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires doit seulement être calculée

— si des dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur ne sont pas installés sur le moteur, et/ou

— si des dispositifs qui ne sont pas nécessaires au fonctionnement du moteur sont installés sur le moteur.

7.2.1. Liste et identification des détails: .....

7.2.2. Puissance absorbée à différents régimes du moteur spécifiés:

Équipement	Puissance absorbée (kW) à différents régimes du moteur						
	Ralenti	Régime inférieur	Régime supérieur	Régime A (1)	Régime B (1)	Régime C (1)	Régime de référence (2)
P(a) Dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur (à soustraire de la puissance mesurée pour le moteur) voir le point 6.1							
P(b) Dispositifs auxiliaires non nécessaires au fonctionnement du moteur (à additionner à la puissance mesurée pour le moteur) voir le point 6.2							

(1) Essai ESC.
(2) Essai ETC uniquement.

▼B

8. **Performances du moteur**

8.1. *Régimes du moteur* ([1])

Régime inférieur (n_{inf}): ..... tr/min

Régime supérieur (n_{sup}): ..... tr/min

pour les cycles ESC et ELR

Ralenti: ..... tr/min

Régime A: ..... tr/min

Régime B: ..... tr/min

Régime C: ..... tr/min

pour le cycle ETC

Régime de référence: ..... tr/min

8.2. *Puissance du moteur* (mesurée conformément aux dispositions de la directive 80/1269/CEE), en kW

	Régime du moteur				
	Ralenti	Régime A ([1])	Régime B ([1])	Régime C ([1])	Régime de référence ([2])
P(m) Puissance mesurée au banc d'essai					
P(a) Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à installer pour l'essai (point 6.1) — si installés — si non installés	0	0	0	0	0
P(b) Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai (point 6.2) — si installés — si non installés	0	0	0	0	0
P(n) Puissance nette du moteur = P(m) – P(a) + P(b)					

([1]) Essai ESC.
([2]) Essai ETC uniquement.

([1]) Indiquer la tolérance pour qu'elle se situe à ± 3 % maximum des valeurs déclarées par le constructeur.

▼B

8.3. *Calibrage dynamométrique (kW)*

Pour les essais ESC et ELR ainsi que pour le cycle de référence de l'essai ETC, le calibrage dynamométrique doit reposer sur la puissance nette du moteur P(n) indiquée au point 8.2. Il est recommandé d'installer le moteur sur le banc d'essai à l'état net. Dans ce cas, P(m) et P(n) sont identiques. S'il est impossible ou inadéquat de faire fonctionner le moteur dans des conditions nettes, le calibrage dynamométrique doit être corrigé au moyen de la formule ci-dessus pour refléter des conditions nettes.

8.3.1. Essais ESC et ELR

Le calibrage dynamométrique doit être déterminé au moyen de la formule qui figure à l'annexe III, appendice 1, point 1.2.

Taux de charge	Régime du moteur			
	Ralenti	Régime A	Régime B	Régime C
10	—			
25	—			
50	—			
75	—			
100				

8.3.2. Essai ETC

Si le moteur n'est pas testé dans des conditions nettes, la formule de correction relative à la conversion de la puissance mesurée ou du travail du cycle mesuré, telle qu'elle est déterminée selon l'annexe III, appendice 2, point 2, en puissance nette ou en travail du cycle net doit être présentée par le constructeur du moteur pour toute la zone de fonctionnement du cycle et approuvée par le service technique.

▶(1) 9. **Système de diagnostic embarqué (OBD)**

9.1. Description écrite et/ou schéma du MI (1): .....

9.2. Liste et fonction de tous les composants surveillés par le système OBD: .....

9.3. Description écrite (principes de fonctionnement généraux de l'OBD) de:

9.3.1. Moteurs Diesel/gaz (1):

9.3.1.1. Surveillance du catalyseur (1): .....

9.3.1.2. Surveillance du système de dénitrification (1): .....

9.3.1.3. Surveillance du filtre à particules Diesel (1): .....

9.3.1.4. Surveillance du système d'alimentation électronique (1): .....

9.3.1.5. Autres composants surveillés par le système OBD (1): .....

9.4. Critères d'activation du MI (nombre défini de cycles de conduite ou méthode statistique): .....

9.5. Liste de tous les codes de sortie OBD et formats utilisés (accompagnée d'une explication pour chacun):...

10. **Limiteur de couple**

10.1. Description de l'activation du limiteur de couple

10.2. Description de la limitation de courbe à pleine charge ◀

▶(2) (1) Biffer la mention inutile. ◀

▼B

Appendice 2

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE LA FAMILLE DE MOTEURS

1. **Paramètres communs**

1.1. Cycle de combustion: .....

1.2. Liquide de refroidissement: .....

1.3. Nombre de cylindres [1]: .....

1.4. Cylindrée unitaire: .....

1.5. Méthode d'aspiration d'air: .....

1.6. Type/conception de la chambre de combustion: .....

1.7. Soupape et volutes — configuration, dimension et nombre: .....

1.8. Système d'alimentation en carburant: .....

1.9. Système d'allumage (moteurs à gaz): .....

1.10. Propriétés diverses:

— système de refroidissement de l'air de suralimentation [1]: .....

— recyclage des gaz d'échappement [1]: .....

— injection/émulsion d'eau [1]: .....

— injection d'air [1]: .....

1.11. Post-traitement des gaz d'échappement [1]: .....

Preuve de taux identique (ou le plus bas pour le moteur parent): capacité du système/débit de carburant par course selon le ou les numéros de diagramme: .....

2. **Liste des familles de moteurs**

2.1. Nom de la famille de moteurs Diesel: .....

2.1.1. Spécification des moteurs de cette famille: .....

					Moteur parent
Type de moteur					
Nombre de cylindres					
Régime nominal (tr/min)					
▶(1) Flux de carburant par course (mm^3) ◀					
Puissance nette nominale (kW)					
Vitesse au couple maxi (tr/min)					
Débit de carburant par course (mm^3)					
Couple maximal (Nm)					
Régime inférieur de ralenti (tr/min)					
Cylindrée (en % du moteur parent)					100

[1] Si sans objet, indiquer s.o.

▶(1) M1

▼B

2.2. Nom de la famille de moteurs à gaz: .....

2.2.1. Spécification des moteurs de cette famille: .....

					Moteur parent
Type de moteur					
Nombre de cylindres					
Régime nominal (tr/min)					
Débit de carburant par course (mm^3)					
Puissance nette nominale (kW)					
Vitesse au couple maxi (tr/min)					
Débit de carburant par course (mm^3)					
Couple maximal (Nm)					
Régime inférieur de ralenti (tr/min)					
Cylindrée (en % du moteur parent)					100
Calage d'allumage					
Débit de recyclage des gaz d'échappement					
Pompe à air: oui/non					
Débit effectif de la pompe à air					

▼B

Appendice 3

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES TYPES DE MOTEURS DE LA FAMILLE [1]

1.	**Description du moteur**
1.1.	Constructeur: .....
1.2.	Numéro de code du moteur du constructeur: .....
1.3.	Cycle: quatre temps/deux temps [2]
1.4.	Nombre et disposition des cylindres: .....
1.4.1.	Alésage: ..... mm
1.4.2.	Course: ..... mm
1.4.3.	Ordre d'allumage: .....
1.5.	Capacité du moteur: ..... cm^3
1.6.	Taux de compression volumétrique [3] .....
1.7.	Dessin(s) de la chambre de combustion et de la calotte du piston: .....
1.8.	Section minimale des chapelles d'admission et d'échappement: ..... cm^2
1.9.	Régime de ralenti: ..... min^{-1}
1.10.	Puissance nette maximale: ..... kW bei ..... min^{-1}
1.11.	Régime maximal autorisé: ..... min^{-1}
1.12.	Couple maximal net: ..... Nm bei ..... min^{-1}
1.13.	*Système de combustion:* allumage par compression/allumage commandé [2]
1.14.	*Carburant:* Diesel/GPL/GN H/GN L/GN HL/éthanol [2]
1.15.	*Système de refroidissement*
1.15.1.	Liquide
1.15.1.1.	Nature du liquide: .....
1.15.1.2.	Pompe(s) de circulation: avec/sans [2]
1.15.1.3.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu): .....
1.15.1.4.	Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu): .....
1.15.2.	Air
1.15.2.1.	Soufflante: avec/sans [2]
1.15.2.2.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu): .....
1.15.2.3.	Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu): .....
1.16.	*Température admise par le constructeur*
1.16.1.	Refroidissement par liquide: température maximale de sortie: ..... K
1.16.2.	Refroidissement par air: .....
	point de référence: .....

[1] À présenter pour chaque moteur de la famille.
[2] Biffer la mention inutile.
[3] Indiquer la tolérance.

▼B

Température maximale au point de référence: ..... K

1.16.3. Température maximale de l'air à la sortie de l'échangeur d'admission (s'il y a lieu): ..... K

1.16.4. Température maximale au ou aux tuyaux d'échappement au droit de la ou des brides de sortie du ou des collecteurs d'échappement ou du ou des turbocompresseurs: ..... K

1.16.5. Température du carburant: ..... min. K, ... max. K

à l'admission de la pompe d'injection pour les moteurs diesel, à l'étage final du détendeur pour les moteurs à gaz

1.16.6. Pression de carburant: ..... min. kPa, ... kPa

à l'étage final du détendeur, moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement

1.16.7. Température du lubrifiant: ..... min. K, ... max. K

1.17. *Suralimentation:* avec/sans ([1])

1.17.1. Marque: .....

1.17.2. Type: .....

1.17.3. Description du système (par exemple pression de charge max., soupape de décharge, s'il y a lieu)

.....

1.17.4. Échangeur intermédiaire: avec/sans ([1])

1.18. *Système d'admission*

Dépression à l'admission maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE, et aux conditions de fonctionnement qui y sont énoncées:

..... kPa

1.19. *Système d'échappement*

Contre-pression à l'échappement maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, tel que spécifié dans la directive 80/1269/CEE, et dans les conditions de fonctionnement y énoncées

..... kPa

Volume du système d'échappement: ..... cm^3

►[(1)] 1.20. *Unité de contrôle électronique du moteur (EECU) (tous types de moteurs):*

1.20.1. Marque:

1.20.2. Type:

1.20.3. Numéro(s) d'identification du logiciel d'étalonnage: .....◄

([1]) Biffer la mention inutile.

►[(1)] M1

▼B

2.	**Mesures contre la pollution de l'air**
2.1.	Dispositif de recyclage des gaz de carter (description et schémas): .....
	.....
2.2.	Dispositifs antipollution supplémentaires (s'ils existent et s'ils n'apparaissent pas dans une autre rubrique) .....
2.2.1.	Convertisseur catalytique: oui/non [1]
2.2.1.1.	Marque(s): .....
2.2.1.2.	Type(s) .....
2.2.1.3.	Nombre de convertisseurs catalytiques et d'éléments: .....
2.2.1.4.	Dimensions, forme et volume du ou des convertisseurs catalytiques: .....
2.2.1.5.	Type d'action catalytique: .....
2.2.1.6.	Quantité totale de métaux précieux:
2.2.1.7.	Concentration relative: .....
2.2.1.8.	Substrat (structure et matériaux): .....
2.2.1.9.	Densité alvéolaire: .....
2.2.1.10.	Type de carter pour le/les convertisseur(s) catalytique(s): .....
2.2.1.11.	Emplacement des convertisseurs catalytiques (localisation et distance de référence le long du système d'échappement): .....
	.....
▶(1) 2.2.1.12.	Plage des températures normales de fonctionnement (K): .....
2.2.1.13.	Réactifs consommables (s'il y a lieu):
2.2.1.13.1.	Type et concentration du réactif nécessaire à l'action catalytique: .....
2.2.1.13.2.	Plage des températures normales de fonctionnement du réactif: .....
2.2.1.13.3.	Norme internationale (s'il y a lieu): .....
2.2.1.13.4.	Fréquence de recharge de réactif: continue/entretien [1] ◀
2.2.2.	Capteur d'oxygène: oui/non [1]
2.2.2.1.	Marque(s): .....
2.2.2.2.	Type: .....
2.2.2.3.	Emplacement: .....
2.2.3.	Injection d'air: oui/non [1]
2.2.3.1.	Type (air pulsé, pompe à air, etc.): .....

[1] Biffer la mention inutile.

▶(1) M1

▼B

2.2.4.	Recyclage des gaz d'échappement: oui/non (1)
►(1) 2.2.4.1.	Caractéristiques (marque, type, débit, etc.): .....◄
2.2.5.	Piège à particules: oui/non (1)
2.2.5.1.	Dimensions, forme et contenance du piège à particules: .....
2.2.5.2.	Type et conception du piège à particules: .....
2.2.5.3.	Emplacement (distance de référence le long du système d'échappement): .....
2.2.5.4.	Méthode ou système de régénération, description et/ou dessin: .....
	.....
►(2) 2.2.5.5.	Plage des températures normales de fonctionnement (K) et des pressions (kPa): .....
2.2.5.6.	En cas de régénération périodique:
	– Nombre de cycles d'essais ETC entre deux régénérations (n1),
	– Nombre de cycles d'essais ETC au cours de la régénération (n2) ◄
2.2.6.	Autres systèmes: oui/non (1)
2.2.6.1.	Description et fonctionnement: .....
3.	**Alimentation en carburant**
3.1.	*Moteurs Diesel*
3.1.1.	Pompe d'alimentation en carburant
	Pressure (2) ..... kPa ou diagramme caractéristique (1): .....
3.1.2.	Système d'injection
3.1.2.1.	Pompe
3.1.2.1.1.	Marque(s): .....
3.1.2.1.2.	Type(s): .....
3.1.2.1.3.	Débit: ..... mm^3 (2) par course au régime du moteur de ..... r/min à pleine injection ou diagramme caractéristique (1) (2) .....
	Indiquer la méthode utilisée: sur moteur/sur banc de pompe (1)
	En présence d'un régulateur de suralimentation, indiquer le débit de carburant caractéristique et la pression de suralimentation au régime du moteur.
3.1.2.1.4.	Avance à l'injection
3.1.2.1.4.1.	Courbe d'avance à l'injection (2): .....
3.1.2.1.4.2.	Calage statique (2): .....
3.1.2.2.	Tuyauterie d'injection
3.1.2.2.1.	Longueur: ..... mm
3.1.2.2.2.	Diamètre intérieur: ..... mm
►(3) 3.1.2.2.3.	Rampe commune, marque et type: .....◄
3.1.2.3.	Injecteur(s)
3.1.2.3.1.	Marque(s): .....
3.1.2.3.2.	Type(s): .....
3.1.2.3.3.	«Pression d'ouverture» ..... kPA (2) ou diagramme caractéristique (1) (2) .....

(1) Biffer la mention inutile.
(2) Indiquer la tolérance.

►(1) (2) (3) M1

▼B

3.1.2.4. Régulateur

3.1.2.4.1. Marque(s): .....

3.1.2.4.2. Type(s): .....

3.1.2.4.3. Régime de début de coupure à pleine charge: ..... tr/min

3.1.2.4.4. Régime maximal à vide: ..... tr/min

3.1.2.4.5. Régime de ralenti: ..... tr/min

3.1.3. Système de démarrage à froid

3.1.3.1. Marque(s): .....

3.1.3.2. Type(s): .....

3.1.3.3. Description: .....

3.1.3.4. Dispositif de démarrage auxiliaire: .....

3.1.3.4.1. Marque: .....

3.1.3.4.2. Type: .....

3.2. *Moteurs à gaz* ([1])

3.2.1. Carburant: gaz naturel/GPL ([2])

3.2.2. Régulateur(s) de pression ou vaporisateur/régulateur(s) de pression ([3])

3.2.2.1. Marque(s): .....

3.2.2.2. Type(s): .....

3.2.2.3. Nombre d'étages de détente: .....

3.2.2.4. Pression à l'étage final: min. ..... kPa, max. ..... kPa

3.2.2.5. Nombre de points de réglage principaux: .....

3.2.2.6. Nombre de points de réglage du ralenti: .....

3.2.2.7. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.3. Système d'alimentation: unité de mélange/injection de gaz/injection de liquide/injection directe ([2])

3.2.3.1. Réglage du rapport de mélange: .....

3.2.3.2. Description du système et/ou diagramme et schémas: .....

3.2.3.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.4. Unité de mélange

3.2.4.1. Nombre: .....

3.2.4.2. Marque(s): .....

3.2.4.3. Type(s): .....

3.2.4.4. Emplacement: .....

3.2.4.5. Possibilités de réglage: .....

3.2.4.6. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5. Injection dans le collecteur d'admission

3.2.5.1. Injection: monopoint/multipoint ([2])

3.2.5.2. Injection: continue/simultanée/séquentielle ([2])

3.2.5.3. Équipement d'injection

([1]) Dans le cas de systèmes installés différemment, fournir des informations équivalentes (pour le paragraphe 3.2).
([2]) Biffer la mention inutile.
([3]) Indiquer la tolérance.

▼B

3.2.5.3.1. Marque(s): .....

3.2.5.3.2. Type(s): .....

3.2.5.3.3. Possibilités de réglage: .....

3.2.5.3.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5.4. Pompe d'alimentation (s'il y a lieu): .....

3.2.5.4.1. Marque(s): .....

3.2.5.4.2. Type(s): .....

3.2.5.4.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.5.5. Injecteur(s): .....

3.2.5.5.1. Marque(s): .....

3.2.5.5.2. Type(s): .....

3.2.5.5.3. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.6. Injection directe

3.2.6.1. Pompe d'injection/régulateur de pression (1)

3.2.6.1.1. Marque(s): .....

3.2.6.1.2. Type(s): .....

3.2.6.1.3. Calage d'injection: .....

3.2.6.1.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.6.2. Injecteur(s)

3.2.6.2.1. Marque(s): .....

3.2.6.2.2. Type(s): .....

3.2.6.2.3. Pression d'ouverture ou diagramme caractéristique (2): .....

3.2.6.2.4. Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE: .....

3.2.7. Bloc électronique de commande

3.2.7.1. Marque(s): .....

3.2.7.2. Type(s): .....

3.2.7.3. Possibilités de réglage: .....

3.2.8. Équipement spécifique au gaz naturel

3.2.8.1. Variante 1

(uniquement dans le cas de réceptions de moteurs pour plusieurs compositions de carburant spécifiques)

3.2.8.1.1. Composition de carburant:

méthane (CH_4):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
éthane (C_2H_6):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
propane (C_3H_8):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
butane (C_4H_{10}):	de base: ..... % mole	min. ..... % mole	max. ..... % mole
C5/C5+:	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

(1) Biffer la mention inutile.
(2) Indiquer la tolérance.

▼B

3.2.8.1.2. Injecteur(s)

3.2.8.1.2.1. Marque(s) .....

3.2.8.1.2.2. Type(s): .....

3.2.8.1.3. Divers (s'il y a lieu)

3.2.8.2. Variante 2

(uniquement dans le cas de réceptions de moteurs pour plusieurs compositions de carburant spécifiques)

4. **Distribution**

4.1. Levée maximale des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture par rapport aux points morts de données équivalentes:

.....

4.2. Référence et/ou gammes de réglage ([1]): .....

5. **Système d'allumage (moteurs à allumage par étincelle uniquement)**

5.1. *Type de système d'allumage:* bobine et bougies communes/bobine et bougies individuelles/bobine sur bougie/autre (préciser) ([1])

5.2. *Dispositif de commande de l'avance à l'allumage*

5.2.1. Marque(s): .....

5.2.2. Type(s): .....

5.3. Courbe d'avance à l'allumage/cartographie d'avance à l'allumage ([1]) ([2]): .....

5.4. Calage d'allumage ([1]): .... degrés avant le PMH à un régime de .... tr/min et une pression absolue dans la tubulure d'admission de ..... kPa

5.5. *Bougies d'allumage*

5.5.1. Marque(s): .....

5.5.2. Type(s): .....

5.5.3. Écartement des électrodes ..... mm

5.6. *Bobine(s) d'allumage*

5.6.1. Marque(s): .....

5.6.2. Type(s): .....

▶(1) 6. **Système de diagnostic embarqué (OBD)**

6.1. Description écrite et/ou schéma du MI ([1]): .....

6.2. Liste et fonction de tous les composants surveillés par le système OBD: .....

6.3. Description écrite (principes de fonctionnement généraux de l'OBD) de:

6.3.1. Moteurs Diesel/gaz ([1]): .....

6.3.1.1. Surveillance du catalyseur ([1]): .....

6.3.1.2. Surveillance du système de dénitrification ([1]): .....

6.3.1.3. Surveillance du filtre à particules Diesel ([1]): .....

6.3.1.4. Surveillance du système d'alimentation électronique ([1]): .....

6.3.1.5. Autres composants surveillés par le système OBD ([1]): .....

6.4. Critères d'activation du MI (nombre défini de cycles de conduite ou méthode statistique): .....

6.5. Liste de tous les codes de sortie OBD et formats utilisés (accompagnée d'une explication pour chacun):..

7. **Limiteur de couple**

7.1. Description de l'activation du limiteur de couple

7.2. Description de la limitation de courbe à pleine charge ◀

([1]) Biffer la mention inutile..
([2]) Indiquer la tolérance.

▶(1) M1

▼B

Appendice 4

CARACTÉRISTIQUES DES PARTIES DU VÉHICULE EN LIAISON AVEC LE MOTEUR

1. Dépression du système d'admission au régime nominal du moteur et à pleine charge: ..... kPa

2. Contre-pression du système d'échappement au régime nominal du moteur et à pleine charge: ..... kPa

3. Volume du système d'échappement: ..... cm^3

4. Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE, annexe I, point 5.1.1, et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées.

Équipement	Puissance absorbée (kW) à différents régimes du moteur						
	Ralenti	Régime inférieur	Régime supérieur	Régime A (1)	Régime B (1)	Régime C (1)	Régime de référence (2)
P(a) Dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur (à soustraire de la puissance mesurée pour le moteur) voir appendice 1, point 6.1							

(1) Essai ESC.
(2) Essai ETC uniquement.

▼M1

Appendice 5

INFORMATION CONCERNANT LES SYSTÈMES OBDS

1. Conformément aux dispositions de l'annexe IV, point 5, de la directive 2005/78/CE, l'information complémentaire suivante doit être fournie par le constructeur du véhicule aux fins de permettre la fabrication de pièces de rechange ou de service compatibles avec des systèmes OBDs et des outils de diagnostic et de l'appareillage 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.

   Le cas échéant, l'information fournie sous ce point est reprise à l'appendice 2 du certificat de réception CE (annexe VI de la présente directive):

1.1. Une description du type et le nombre de cycles de préconditionnement utilisés pour la réception d'origine du véhicule.

1.2. Une description du type de cycle de démonstration du système OBD utilisé pour la réception d'origine du véhicule pour le composant surveillé par le système OBD.

1.3. Un document exhaustif décrivant tous les composants instrumentés et la stratégie de détection des défauts et d'activation des indicateurs de dysfonctionnement (nombre fixe de cycles de conduite ou méthode statistique), y compris une liste des paramètres secondaires captés pertinents pour chaque composant surveillé par le système OBD. Une liste de tous les codes des indications fournies par le système OBD et le format utilisé (avec une explication de chaque élément) associés aux différents composants de transmission liés à des émissions et les différents composants non liés à des émissions, lorsque la surveillance du composant est utilisée pour déterminer l'activation de l'indicateur de dysfonctionnement.

1.3.1. L'information exigée au titre du présent point peut, par exemple, être définie en remplissant un tableau du modèle suivant qui est joint à la présente annexe:

Composant	Code de défaut	Stratégie de surveillance	Critères de détection des défauts	Critères d'activation de l'indicateur de dysfonctionnement	Paramètres secondaires	Pré-conditionnement	Essai de démonstration
Catalyseur SCR	Pxxxx	Signaux 1 et 2 du détecteur de NO_x	Différence entre les signaux des capteurs 1 et 2	3e cycle	Vitesse du moteur, charge du moteur, température du catalysateur, réaction	Trois cycles d'essai du système OBD (3 cycles ESC courts)	Cycle d'essai du système OBD (cycle ESC court)

1.3.2. L'information exigée par le présent appendice peut se limiter à la liste complète des codes de défaut enregistrés par le système OBD lorsque l'annexe IV, point 5.1.2.1, de la directive 2005/78/CE ne s'applique pas, comme dans le cas des composants de rechange ou de service. Cette information peut, par exemple, être définie en remplissant les deux premières colonnes du tableau du point 1.3.1 ci-dessus.

   Le paquet complet d'informations devrait être communiqué à l'autorité chargée de la réception comme élément du matériel supplémentaire exigé à l'annexe I, point 6.1.7.1, de la présente directive, «prescriptions en matière de documentation».

1.3.3. L'information exigée par le présent point est reprise à l'appendice 2 du certificat de réception par type CE (annexe VI de la présente directive).

   Lorsque l'annexe IV, point 5.1.2.1, de la directive 2005/78/CE n'est pas applicable dans le cas des composants de rechange ou de service, l'information fournie à l'appendice 2 du certificat de réception par type CE (annexe VI de la présente directive) peut se limiter à l'information visée au point 1.3.2.

▼B

ANNEXE III

PROCÉDURE D'ESSAI

1. INTRODUCTION

1.1. La présente annexe décrit la méthode à appliquer pour mesurer les émissions de gaz, de particules et de fumées des moteurs soumis à l'essai. Trois cycles d'essai sont décrits et doivent être exécutés conformément aux dispositions de l'annexe I, point 6.2:

— l'essai ESC consistant en un cycle d'essai en 13 modes stabilisés,

— l'essai ELR consistant en des prises en charges dynamiques à différents régimes qui font partie intégrante d'une seule et même procédure d'essai et sont appliquées simultanément,

— l'essai ETC consistant en un cycle de modes transitoires appliqués seconde par seconde.

1.2. Pour l'essai, le moteur est monté sur un banc d'essai et accouplé à un dynamomètre.

1.3. **Principe de mesure**

Les émissions de gaz d'échappement du moteur à mesurer comprennent les éléments gazeux (monoxyde de carbone, hydrocarbures totaux pour les moteurs Diesel lors de l'essai ESC uniquement; hydrocarbures non méthaniques pour les moteurs Diesel et les moteurs à gaz lors de l'essai ETC uniquement; méthane pour les moteurs à gaz lors de l'essai ETC uniquement et oxydes d'azote), les particules (moteurs Diesel uniquement) et les fumées (moteurs Diesel lors de l'essai ELR uniquement). En outre, le dioxyde de carbone est souvent utilisé comme gaz de dépistage pour mesurer le taux de dilution de systèmes de dilution en dérivation et en circuit principal. Les règles de l'art recommandent de procéder à une mesure générale du dioxyde de carbone afin de détecter les problèmes de mesure durant la marche d'essai.

▼M1

1.3.1. *Essai ESC*

Durant une séquence prescrite de conditions de fonctionnement d'un moteur chaud, les quantités d'émission de gaz d'échappement indiquées ci-dessus sont analysées en continu en prélevant un échantillon de gaz d'échappement bruts ou dilués. Le cycle d'essai comprend plusieurs modes de régime et de puissance qui couvrent la gamme opérationnelle caractéristique de moteurs diesel. Durant chaque mode, la concentration de chaque gaz polluant, le débit de gaz d'échappement et la puissance délivrée sont mesurés et les valeurs collectées pondérées. Pour la mesure des particules, les gaz d'échappement sont dilués dans de l'air ambiant conditionné au moyen d'un système de dilution en circuit principal ou en dérivation. Les particules sont collectées sur un filtre approprié unique en proportion des facteurs de pondération de chaque mode. Les grammes de chaque polluant émis par kilowatt-heure sont calculés conformément à la description de l'appendice 1 de la présente annexe. En outre, les NO_x sont mesurés en trois points d'essai de la zone de contrôle sélectionnés par le service technique et les valeurs mesurées comparées à celles déterminées à partir des modes du cycle d'essai qui recouvrent les points d'essai sélectionnés. Le contrôle des émissions de NO_x garantit l'efficacité de la lutte contre les émissions du moteur dans la plage de fonctionnement caractéristique du moteur.

▼B

1.3.2. *Essai ELR*

Durant un essai prescrit de prises en charges dynamiques, les fumées d'un moteur chaud sont mesurées à l'aide d'un opacimètre. L'essai consiste à appliquer, sur le moteur tournant à régime constant, une charge de 10 % à 100 % à trois régimes différents du moteur. En outre, un quatrième échelon de charge sélectionné par le service technique [1] est appliqué et le résultat est comparé aux valeurs des échelons de charge précédents. La pointe de fumées est mesurée à l'aide d'un algorithme de calcul de moyennes décrit à l'appendice 1 de la présente annexe.

[1] Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

▼M1

1.3.3. *Essai ETC*

Durant un cycle transitoire prescrit de conditions de fonctionnement d'un moteur chaud, qui reflète fidèlement les modes de conduite typiquement routiers de moteurs de poids lourds et de bus, les polluants susmentionnés sont analysés après avoir dilué la totalité du volume de gaz d'échappement dans de l'air ambiant conditionné (système de prélèvement à volume constant avec double dilution pour les particules) ou en déterminant les éléments constitutifs des gaz d'échappement bruts et les particules avec un système à dilution en dérivation. Grâce aux signaux de couple et de régime du moteur renvoyés par le dynamomètre pour moteurs, la puissance doit être prise en compte pendant la durée du cycle afin de fournir le travail produit par le moteur durant le cycle. Pour un système CVS, la concentration des NO_x et des hydrocarbures (HC) est mesurée sur tout le cycle en intégrant le signal émis par l'analyseur, tandis que la concentration de CO, CO_2 et de NMHC peut être mesurée en intégrant le signal de l'analyseur ou en prélevant des sacs. S'ils sont mesurés dans les gaz d'échappement bruts, tous les éléments constitutifs des gaz sont déterminés sur tout le cycle en intégrant le signal émis par l'analyseur. En ce qui concerne les particules, un échantillon proportionnel est collecté sur un filtre approprié. Le débit des gaz d'échappement bruts ou dilués est mesuré sur toute la durée du cycle afin de calculer les valeurs d'émission massique des polluants. Ces dernières sont mises en relation avec le travail du moteur en vue d'obtenir les grammes de chaque polluant émis par kilowatt-heure conformément à la description de l'appendice 2 de la présente annexe.

▼B

2. CONDITIONS D'ESSAI

▼M1

2.1. **Conditions d'essai du moteur**

2.1.1. La température absolue (T_a) de l'air du moteur à l'admission, exprimée en Kelvin, et la pression atmosphérique sèche (p_s), exprimée en kPa, sont mesurées et le paramètre f_a est déterminé conformément aux dispositions suivantes. Dans les moteurs possédant des groupes distincts de tuyaux d'admission, par exemple dans une configuration de moteur en V, la température moyenne des groupes distincts est prélevée.

a) pour les moteurs à allumage par compression:

Moteurs à aspiration naturelle et à suralimentation mécanique:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{0,7}$$

Moteurs à turbocompresseur avec ou sans refroidissement de l'air d'admission:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{1,5}$$

b) pour les moteurs à allumage par étincelle:

$$fa = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{1,2} \times \left(\frac{Ta}{298}\right)^{0,6}$$

2.1.2. *Validité de l'essai*

Pour que la validité d'un essai soit reconnue, le paramètre f_a doit être tel que:

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

▼B

2.2. **Moteurs à refroidissement de l'air de suralimentation**

La température de l'air de suralimentation doit être enregistrée et se situer, au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge, à moins de ± 5 K de la température maximale de l'air de suralimentation qui est spécifiée à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.3. La température du liquide de refroidissement doit au moins atteindre 293 K (20 °C).

En présence d'un système d'essai en atelier ou d'une soufflerie externe, la température de l'air de suralimentation doit se situer, au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge, à moins de ± 5 K de la température maximale de l'air de suralimentation qui est spécifiée à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.3. Le réglage du refroidisseur d'air de suralimentation exécuté pour satisfaire aux conditions ci-dessus n'est pas contrôlé et est appliqué durant tout le cycle d'essai.

2.3. **Système d'admission d'air du moteur**

La restriction d'admission d'air du système d'admission d'air du moteur utilisé doit se situer à moins de ± 100 Pa de la limite supérieure de fonctionnement du moteur au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge.

2.4. **Système d'échappement du moteur**

La contre-pression à l'échappement du système d'échappement utilisé doit se situer à moins de ± 1 000 Pa de la limite supérieure de fonctionnement du moteur au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge et son volume doit être égal à ± 40 % de celui indiqué par le constructeur. Pour autant qu'il reflète les conditions réelles de fonctionnement du moteur, un système d'essai en atelier peut être utilisé. Le système d'échappement doit être conforme aux exigences posées en matière d'échantillonnage de gaz d'échappement qui sont prescrites à l'annexe III, appendice 4, point 3.4 et à l'annexe V, point 2.2.1, EP et point 2.3.1, EP.

Si le moteur est équipé d'un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement, le tuyau d'échappement doit posséder le même diamètre que celui utilisé pour au moins 4 tuyaux en amont de l'admission du début de la partie d'expansion qui renferme le dispositif de post-traitement. La distance de la bride du collecteur d'échappement ou de la sortie du turbocompresseur au dispositif de post-traitement des gaz d'échappement doit être la même que dans la configuration du véhicule ou comprise dans les spécifications de distance indiquées par le constructeur. La contre-pression ou la restriction à l'échappement doit respecter les mêmes critères que ci-dessus et peut être réglée au moyen d'une valve. Le module contenant le dispositif de post-traitement peut être enlevé durant des essais à blanc et une cartographie du moteur, et remplacé par un module équivalent qui contient un support de catalyseur inactif.

2.5. **Système de refroidissement**

Il convient d'utiliser un système de refroidissement du moteur dont la capacité suffit à maintenir le moteur à des températures normales de fonctionnement prescrites par le constructeur.

2.6. **Huile lubrifiante**

Les spécifications de l'huile lubrifiante utilisée pour l'essai doivent être enregistrées et présentées avec les résultats de l'essai, conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 7.1.

2.7. **Carburant**

Il convient d'utiliser le carburant de référence indiqué à l'annexe IV.

Le constructeur spécifie la température et le point de mesure du carburant dans les limites indiquées à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.5. La température du carburant ne doit pas être inférieure à 306 K (33 °C). Si elle n'est pas indiquée, elle doit s'élever à 311 K ± 5 K (38 °C ± 5 °C) à l'admission du système d'alimentation en carburant.

Pour les moteurs fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, la température du carburant et le point de mesurage se situeront dans les limites fixées à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.5, ou à l'annexe II, appendice 3, point 1.16.5, dans les cas où le moteur n'est pas un moteur parent.

▼M1

2.8. Si le moteur est équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement, les émissions mesurées durant le cycle d'essai doivent être

▼M1

représentatives des émissions en utilisation réelle. Dans le cas d'un moteur équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement qui exige la consommation d'un réactif, le réactif utilisé pour tous les essais doit être conforme à l'annexe II, appendice 1, point 2.2.1.13.

2.8.1. Pour un système de post-traitement des gaz d'échappement fondé sur un processus de régénération continu, les émissions sont mesurées sur un système de post-traitement stabilisé.

Le processus de régénération intervient au moins une fois au cours de l'essai ETC et le constructeur déclare les conditions normales dans lesquelles la régénération se produit (charge de suie, température, contre-pression à l'échappement, etc.).

Pour vérifier le processus de régénération, il est procédé à au moins 5 essais ETC. Au cours des essais, la température et la pression des gaz d'échappement sont enregistrées (température en amont et en aval du système de post-traitement, contre-pression à l'échappement, etc.).

Le système de post-traitement est considéré comme satisfaisant si les conditions déclarées par le constructeur se produisent au cours de l'essai pendant un temps suffisant.

Le résultat final de l'essai est la moyenne arithmétique des différents résultats d'essais ETC.

Si le système de post-traitement des gaz d'échappement possède un mode sécurité qui permute sur un mode de régénération périodique, il conviendrait de le vérifier suivant le point 2.8.2. Pour ce cas spécifique, les limites d'émission de l'annexe I, tableau 2, pourraient être dépassées et ne seraient pas pondérées.

2.8.2. Pour un système de post-traitement des gaz d'échappement fondé sur un processus de régénération périodique, les émissions sont mesurées au cours de deux essais ETC au moins, l'un au cours et l'autre en dehors d'une opération de régénération sur un système de post-traitement stabilisé, les résultats étant pondérés.

Le processus de régénération intervient au moins une fois au cours de l'essai ETC. Le moteur peut être équipé d'un commutateur capable d'empêcher ou d'autoriser le processus de régénération à condition que cette opération n'ait aucun effet sur l'étalonnage d'origine du moteur.

Le constructeur déclare les conditions normales dans lesquelles le processus de régénération intervient (charge de suie, température, contre-pression d'échappement, etc.) et sa durée (n2). Le constructeur fournit aussi toutes les données pour déterminer l'intervalle de temps entre deux régénérations (n1). La procédure exacte pour déterminer cet intervalle de temps est convenue avec le service technique en se fondant sur une bonne appréciation technique.

Le constructeur fournit un système de post-traitement qui a été chargé pour réaliser la régénération au cours d'un essai ETC. La régénération n'intervient pas au cours de la phase de conditionnement de ce moteur.

Les émissions moyennes entre les phases de régénération sont calculées à partir de la moyenne arithmétique de plusieurs essais ETC approximativement équidistants. Il est recommandé de procéder à au moins un essai ETC le plus tôt possible avant un essai de régénération et à un essai ETC immédiatement après un essai de régénération. Comme solution de rechange, le constructeur peut fournir des données démontrant que les émissions restent constantes (± 15 %) entre les phases de régénération. Dans ce cas, les émissions d'un seul essai ETC peuvent être utilisées.

Au cours de l'essai de régénération, toutes les données nécessaires pour détecter la régénération sont enregistrées (émissions de CO ou de NO_x, température en amont et en aval du système de post-traitement, contre-pression à l'échappement, etc.).

Au cours du processus de régénération, les limites d'émission de l'annexe I, tableau 2, peuvent être dépassées.

Les émissions mesurées sont pondérées conformément aux points 5.5 et 6.3 de l'appendice 2 de la présente annexe et le résultat final ne doit pas dépasser les limites visées à l'annexe I, tableau 2.

▼B

Appendice 1

CYCLES D'ESSAI ESC ET ELR

1. RÉGLAGES DU MOTEUR ET CALIBRAGE DU BANC DYNAMOMÉTRIQUE

1.1. **Mesure des régimes A, B et C du moteur**

Les régimes A, B et C du moteur doivent être déclarés par le constructeur conformément aux dispositions suivantes:

le régime supérieur $n_{sup.}$ est mesuré en calculant 70 % de la puissance maximale nette P(n) déclarée, telle qu'elle est déterminée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. Le régime maximal du moteur auquel cette valeur de puissance apparaît sur la courbe de puissance est défini comme $n_{sup.}$;

le régime inférieur $n_{inf.}$ est mesuré en calculant 50 % de la puissance maximale nette P(n) déclarée, telle qu'elle est déterminée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. Le régime minimal du moteur auquel cette valeur de puissance apparaît sur la courbe de puissance est défini comme $n_{inf.}$;

Les régimes A, B et C du moteur sont calculés comme suit:

Régime A = $n_{inf.}$ + 25 % ($n_{sup.}$ – $n_{inf.}$)

Régime B = n_{lo} + 50 % ($n_{sup.}$ – $n_{inf.}$)

Régime C = n_{lo} + 75 % ($n_{sup.}$ – $n_{inf.}$)

Les régimes A, B et C du moteur peuvent être vérifiés selon l'une des deux méthodes suivantes:

a) des points d'essai supplémentaires sont mesurés lors de la réception de la puissance du moteur conformément à la directive 80/1269/CEE afin de garantir une détermination précise des régimes $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$. La puissance maximale $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$ est mesurée à partir de la courbe de puissance et les régimes A, B et C du moteur sont déterminés conformément aux dispositions précitées;

b) une cartographie du moteur est réalisée le long de la courbe de pleine charge, du régime maximal à vide au régime de ralenti, avec au moins 5 points de mesure par intervalles de 1 000 tr/min et des points de mesure à ± 50 tr/min du régime à la puissance maximale déclarée. La puissance maximale $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$ est mesurée à partir de cette courbe de cartographie et les régimes A, B et C du moteur sont déterminés conformément aux dispositions précitées.

Si les régimes A, B et C mesurés pour le moteur se situent à ± 3 % des régimes du moteur déclarés par le constructeur, les régimes déclarés doivent être utilisés pour l'essai de mesure des émissions. Si la tolérance est franchie pour un de ces régimes du moteur, les régimes mesurés pour le moteur doivent être utilisés pour l'essai de mesure des émissions.

1.2. **Calcul du calibrage dynamométrique**

La courbe de couple à pleine charge doit être déterminée par expérimentation pour calculer les valeurs de couple pour les modes d'essai prescrits dans des conditions nettes qui sont indiquées à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. S'il y a lieu, la puissance absorbée par l'équipement entraîné par le moteur doit être prise en considération. Le calibrage dynamométrique pour chaque mode d'essai est calculé au moyen de la formule suivante:

s = P(n) × (L/100) lors d'un essai réalisé dans des conditions nettes

s = P(n) × (L/100) + (P(a) - P(b)) lors d'un essai non réalisé dans des conditions nettes

où:

s = calibrage dynamométrique, en kW;

▼B

P(n) = puissance nette du moteur indiquée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2, en kW;

L = taux de charge indiqué au point 2.7.1, en %;

P(a) = puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à installer conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 6.1;

P(b) = puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 6.2.

2. EXÉCUTION DE L'ESSAI ESC

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

▼M1

2.1. **Préparation du filtre de prélèvement**

Une heure au moins avant l'essai, chaque filtre est placé dans une boite de Pétri en partie couverte protégée contre la contamination par la poussière, et placé dans une chambre de pesée aux fins de stabilisation. Au terme de la période de stabilisation, chaque filtre est pesé et le poids à vide est enregistré. Le filtre est ensuite rangé dans une boite de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Le filtre est utilisé dans les huit heures suivant son retrait de la chambre de pesée. Le poids à vide est enregistré.

▼B

2.2. **Installation de l'équipement de mesure**

L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être installés conformément aux prescriptions. Lors de l'utilisation d'un système de dilution en circuit principal pour la dilution des gaz d'échappement, le tuyau arrière d'échappement doit être connecté au système.

2.3. **Démarrage du système de dilution et du moteur**

Le système de dilution et le moteur doivent être démarrés et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et pressions soient stabilisées à la puissance maximale conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art.

2.4. **Démarrage du système de prélèvement des particules**

Le système de prélèvement des particules doit être démarré et fonctionner en dérivation. Le niveau initial de particules de l'air de dilution peut être mesuré en envoyant l'air de dilution à travers les filtres à particules. Si l'air de dilution a été filtré, une mesure peut être effectuée avant ou après l'essai. Sinon, les valeurs peuvent être mesurées au début et à la fin du cycle, puis moyennées.

2.5. **Réglage du taux de dilution**

L'air de dilution doit être réglé de sorte que la température des gaz d'échappement dilués mesurée juste avant le filtre primaire ne dépasse pas 325 K (52 °C), quel que soit le mode. Le taux de dilution (q) ne doit pas être inférieur à 4.

Dans le cas de systèmes qui mesurent des concentrations de CO_2 ou de NO_x pour contrôler le taux de dilution, la teneur de l'air de dilution en CO_2 ou en NO_x doit être mesurée au début et à la fin de chaque essai. Les mesures de la concentration initiale du CO_2 ou des NO_x de l'air de dilution, réalisées avant ou après l'essai, doivent se situer respectivement à 100 ppm ou 5 ppm l'une de l'autre.

2.6. **Contrôle des analyseurs**

Les analyseurs d'émissions sont mis à zéro et étalonnés.

▼B

2.7. **Cycle d'essai**

2.7.1. *Le cycle à 13 modes suivant doit être appliqué lorsque le dynamomètre est accouplé au moteur d'essai:*

Numéro de mode	Régime du moteur	Taux de charge	Facteur de pondération	Durée du mode
1	Ralenti	—	0,15	4 minutes
2	A	100	0,08	2 minutes
3	B	50	0,10	2 minutes
4	B	75	0,10	2 minutes
5	A	50	0,05	2 minutes
6	A	75	0,05	2 minutes
7	A	25	0,05	2 minutes
8	B	100	0,09	2 minutes
9	B	25	0,10	2 minutes
10	C	100	0,08	2 minutes
11	C	25	0,05	2 minutes
12	C	75	0,05	2 minutes
13	C	50	0,05	2 minutes

2.7.2. *Séquence d'essai*

La séquence d'essai démarre. L'essai doit être exécuté dans l'ordre des numéros de modes prescrit au point 2.7.1.

Le moteur doit fonctionner dans chaque mode pendant la durée spécifiée, le régime du moteur étant atteint et les changements de charge réalisés au cours des 20 premières secondes. Le régime spécifié doit être maintenu à ± 50 tr/min et le couple spécifié à ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

À la demande du constructeur, la séquence d'essai peut être répétée un nombre suffisant de fois afin de prélever une masse de particules plus grande sur le filtre. Le constructeur fournit une description détaillée des procédures d'évaluation et de calcul des données. Les émissions de gaz ne sont mesurées que lors du premier cycle.

2.7.3. *Réponse des analyseurs*

Le résultat fourni par les analyseurs est enregistré sur un enregistreur à diagramme rectangulaire ou mesuré à l'aide d'un système d'acquisition de données équivalent, les gaz d'échappement devant passer dans les analyseurs durant tout le cycle d'essai.

▼M1

2.7.4. *Prélèvement de particules*

Un filtre doit être utilisé pendant toute la durée de la procédure d'essai. Il convient de tenir compte des facteurs modaux de pondération prescrits dans la procédure du cycle d'essai en prélevant, durant chaque mode individuel du cycle, un échantillon proportionnel au débit massique de gaz d'échappement. À cette fin, on peut régler en conséquence le débit de l'échantillon, la durée du prélèvement et/ou le taux de dilution pour satisfaire au critère d'application des facteurs de pondération effectifs indiqués au point 5.6.

La durée de prélèvement par mode doit au moins s'élever à 4 secondes par facteur de pondération 0,01. Dans chaque mode, le prélèvement doit être réalisé le plus tard possible. Les particules doivent être prélevées au plus tôt 5 secondes avant l'achèvement de chaque mode.

▼B

2.7.5. *Conditions du moteur*

Le régime et la charge du moteur, la température et la dépression de l'air à l'admission, la température et la contre-pression à l'échappement, le débit de carburant et d'air ou de gaz d'échappement, la température de l'air de suralimentation, la température du carburant et l'humidité doivent être enregistrés durant chaque mode, les conditions de régime et de charge (voir le point 2.7.2) étant respectées pendant la durée de prélèvement des particules, mais, en tout état de cause, durant la dernière minute de chaque mode.

▼B

Toutes les données supplémentaires nécessaires à la mesure doivent être enregistrées (voir les points 4 et 5).

2.7.6. *Vérification des émissions de NO_x dans la zone de contrôle*

Dans la zone de contrôle, les émissions de NO_x sont vérifiées au terme du mode 13.

Le moteur est conditionné en mode 13 pendant les trois minutes qui précèdent le début des mesures. Trois mesures doivent être conduites en des emplacements différents de la zone de contrôle qui sont sélectionnés par le service technique ([1]). Chaque mesure dure deux minutes.

La procédure de mesure est identique à celle utilisée pour la mesure des NO_x lors du cycle à 13 modes et elle est appliquée conformément aux points 2.7.3, 2.7.5 et 4.1 de la présente annexe et à l'annexe III, appendice 4, point 3.

La mesure doit être exécutée conformément au point 4.

2.7.7. *Nouvelle vérification des analyseurs*

Au terme de l'essai de mesure des émissions, un gaz de mise à zéro et le même gaz de réglage de sensibilité sont utilisés pour la nouvelle vérification. L'essai est jugé acceptable si la différence entre les résultats obtenus avant et après l'essai est inférieure à 2 % de la valeur du gaz de réglage de sensibilité.

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI ELR

3.1. **Installation de l'équipement de mesure**

L'opacimètre et les sondes de prélèvement, s'il y a lieu, doivent être installés après le silencieux ou un éventuel dispositif de post-traitement conformément aux procédures générales d'installation préconisées par le fabricant de l'instrument. En outre, les exigences du point 10 de la norme ISO IDS 11614 doivent être respectées lorsqu'elles s'appliquent.

Avant toute vérification du zéro et de la pleine échelle, l'opacimètre doit être chauffé et stabilisé conformément aux recommandations du fabricant de l'instrument. S'il est équipé d'un système à air de purge destiné à éviter la formation de suies sur l'optique de l'appareil, ce système doit aussi être activé et réglé conformément aux recommandations du fabricant.

3.2. **Vérification de l'opacimètre**

Les vérifications du zéro et de la pleine échelle doivent être exécutées en mode de lecture d'opacité, car l'échelle d'opacité possède deux points d'étalonnage parfaitement définissables, à savoir une opacité nulle (0 %) et une opacité totale (100 %). Le coefficient d'absorption lumineuse est ensuite déterminé correctement à l'aide de l'opacité mesurée et de la base L_A fournie par le fabricant de l'opacimètre lorsque l'instrument est de nouveau réglé sur le mode de lecture k pour l'essai.

Lorsque le faisceau lumineux de l'opacimètre n'est pas obstrué, l'indicateur doit être réglé sur une opacité de 0,0 % ± 1,0 %. Lorsque le faisceau ne peut pas atteindre le récepteur, l'indicateur doit être réglé sur une opacité de 100,0 % ± 1,0 %.

3.3. **Cycle d'essai**

3.3.1. *Conditionnement du moteur*

Le moteur et le système doivent être mis en température à la puissance maximale afin de stabiliser les paramètres du moteur conformément à la recommandation du constructeur. La phase de préconditionnement doit également protéger la mesure proprement dite contre l'influence de dépôts dans le système d'échappement résultant d'un essai antérieur.

Une fois le moteur stabilisé, le cycle démarre dans les 20 ± 2 s qui suivent la phase de préconditionnement. À la demande du constructeur, un essai à blanc peut être exécuté en vue de garantir un conditionnement supplémentaire avant le cycle de mesure.

([1]) Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

▼B

3.3.2. *Séquence d'essai*

L'essai se compose d'une séquence de trois échelons de charge à chacun des trois régimes A (cycle 1), B (cycle 2) et C (cycle 3) du moteur, définis conformément à l'annexe III, point 1.1; elle est suivie d'un cycle 4 réalisé à un régime compris dans la zone de contrôle et à une charge de 10 % à 100 % sélectionnée par le service technique ([1]). La séquence ci-dessous doit être conforme à la figure 3 lorsqu'un dynamomètre est accouplé au moteur d'essai.

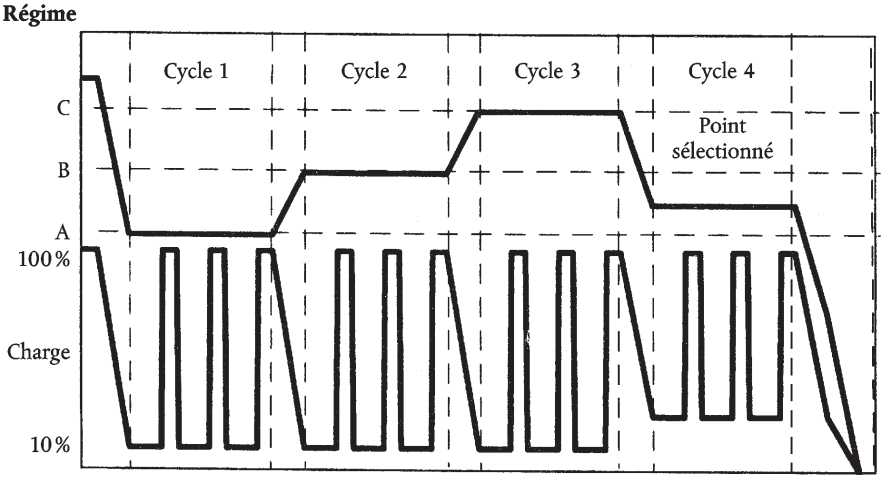


Figure 3

Cycle de l'essai ELR

a) Le moteur doit fonctionner au régime A et à un taux de charge de 10 % pendant 20 ± 2 s. Le régime spécifié doit être maintenu à ± 20 tr/min et le couple spécifié à ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

b) Au terme de la première étape, le levier de réglage du régime doit être amené rapidement et maintenu en position pleins gaz pendant 10 ± 1 s. La charge dynamométrique nécessaire doit être appliquée afin de maintenir le régime du moteur à ± 150 tr/min durant les 3 premières secondes, puis à ± 20 tr/min pendant le reste de l'étape.

c) La séquence décrite sous les points a) et b) doit être répétée à deux reprises.

d) Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime B et sur un taux de charge de 10 % en moins de 20 ± 2 s.

e) La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime B.

f) Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime C et un taux de charge de 10 % en moins de 20 ± 2 s.

g) La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime C.

h) Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime du moteur sélectionné et une charge quelconque supérieure à 10 % en moins de 20 ± 2 s.

i) La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime sélectionné.

([1]) Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

▼B

3.4. **Validation du cycle**

Les écarts types relatifs des valeurs moyennes de fumées à chaque régime d'essai (A, B et C) doivent être inférieurs à 15 % de la valeur moyenne correspondante (SV_A, SV_B, SV_C, tels que calculés, conformément au point 6.3.3, à partir de trois échelons de charge successifs à chaque régime d'essai) ou inférieurs à 10 % de la valeur limite indiquée au tableau 1 de l'annexe I, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue. Si la différence est supérieure, la séquence doit être répétée jusqu'à ce que trois échelons de charge successifs répondent aux critères de validation.

3.5. **Nouvelle vérification de l'opacimètre**

La valeur de dérive du zéro de l'opacimètre, qui est mesurée après l'essai, ne doit pas dépasser ± 5,0 % de la valeur limite indiquée au tableau 1 de l'annexe I.

▼M1

4. CALCUL DU DÉBIT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

4.1. **Détermination du débit massique des gaz d'échappement bruts**

Pour le calcul des émissions dans les gaz d'échappement bruts, il est nécessaire de connaître le débit des gaz. Le débit massique des gaz d'échappement est déterminé conformément au point 4.1.1 ou 4.1.2. L'exactitude du calcul du débit des gaz d'échappement est de l'ordre de ± 2,5 % de la valeur constatée ou ± 1,5 % de la valeur maximum du moteur, en retenant chaque fois la valeur la plus élevée. Des méthodes équivalentes (par exemple celles qui sont décrites au point 4.2 de l'appendice 2 de la présente annexe) peuvent être utilisées.

4.1.1. *Méthode de mesure directe*

La mesure directe du débit des gaz d'échappement peut être réalisée par des systèmes tels que:

— Dispositifs de pression différentielle, comme le débitmètre à venturi,

— Débitmètre à ultrasons,

— Débitmètre vortex.

Des précautions sont prises pour éviter des erreurs de mesure qui auront des répercussions sur les erreurs dans les valeurs d'émission. Ces précautions comprennent l'installation soigneuse du dispositif dans le système d'échappement du moteur conformément aux recommandations des constructeurs des instruments et à une bonne appréciation technique. En particulier, les performances et les émissions du moteur ne sont pas affectées par l'installation du dispositif.

4.1.2. *Méthode de mesure de l'air et du carburant*

Cette méthode implique la mesure du débit d'air et du débit de carburant. Des débitmètres d'air et des débitmètres de carburant sont utilisés pour satisfaire à l'exigence d'exactitude totale du point 4.1. Le calcul du débit des gaz d'échappement se fait comme suit:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2. **Détermination du débit massique des gaz d'échappement dilués**

Pour le calcul des émissions dans les gaz d'échappement dilués au moyen d'un système de dilution en circuit principal, il est nécessaire de connaître le débit des gaz d'échappement dilués. Le débit des gaz d'échappement dilués (q_{medw}) est mesuré durant chaque mode avec un système PDP-CVS, CFV-CVS où SSV-CVS suivant les formules indiquées au point 4.1 de l'appendice 2 de la présente annexe. L'exactitude est de l'ordre de ± 2 % de la valeur constatée ou mieux et est déterminée conformément aux dispositions du point 2.4 de l'appendice 5 de la présente annexe.

▼M1

5. MESURE DES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS

5.1. **Évaluation des résultats**

Pour évaluer les émissions de gaz, il convient de calculer la moyenne des valeurs des diagrammes des 30 dernières secondes de chaque mode et de déterminer, durant chaque mode, les concentrations moyennes (conc) de HC, de CO et de NO_x à partir des valeurs moyennes des diagrammes et des données d'étalonnage correspondantes. Un type différent d'enregistrement peut être utilisé s'il garantit une acquisition équivalente des données.

Lors d'une vérification des émissions de NO_x dans la zone de contrôle, les exigences précitées ne valent que pour les émissions de NO_x.

Le débit de gaz d'échappement q_{mew} ou le débit de gaz d'échappement dilués q_{mdew}, s'il est utilisé en option, doit être mesuré conformément au point 2.3 de l'appendice 4 de la présente annexe.

5.2. **Correction en conditions sèches/humides**

Si elles ne sont pas déjà mesurées en conditions humides, les concentrations mesurées doivent être converties en valeurs rapportées en conditions humides à l'aide des formules ci-dessous. La conversion est réalisée pour chaque mode individuel.

$$c_{wet} = k_w \times c_{dry}$$

Pour les gaz d'échappement bruts:

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_a + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_f \times 1000}\right) \times 1{,}008$$

ou

$$k_{W,r} = \left(1 - \frac{1{,}2442 \times H_a + 111{,}19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf}}{q_{mad}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \times H_a + \frac{q_{mf}}{q_{mad}} \times k_f \times 1000}\right) \Bigg/ \left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)$$

où:

p_r = pression de la vapeur d'eau après bain de refroidissement, en kPa,

p_b = pression barométrique totale, en kPa,

H_a = humidité de l'air d'admission, g d'eau par kg d'air sec,

k_f = $0{,}055584 \times w_{ALF} - 0{,}0001083 \times w_{BET} - 0{,}0001562 \times w_{GAM} + 0{,}0079936 \times w_{DEL} + 0{,}0069978 \times w_{EPS}$

Pour les gaz d'échappement dilués:

$$K_{We1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\, c_{wCO_2}}{200}\right) - K_{W1}$$

ou,

$$K_{We2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\, c_{dCO_2}}{200}}\right)$$

▼**M1**

Pour l'air de dilution:

$$K_{Wd} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \times \left(\frac{1}{D}\right) \right]}{1000 + \left\{ 1{,}608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \times \left(\frac{1}{D}\right) \right] \right\}}$$

Pour l'air d'admission:

$$K_{Wa} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

où,

H_a = humidité de l'air d'admission, g d'eau par kg d'air sec

H_d = humidité de l'air de dilution, g d'eau par kg d'air sec

et peuvent être dérivées 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 du thermomètre sec/humide au moyen des formules généralement acceptées.

5.3. **Correction de l'humidité et de la température des émissions de NO_x**

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de l'humidité et de la température de l'air ambiant en appliquant les facteurs des formules suivantes. Ces facteurs sont valides dans la gamme comprise entre 0 et 25 gr/kg d'air sec.

a) pour les moteurs à allumage par compression:

$$k_{h,D} = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

où:

T_a = température de l'air d'admission, en K

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

où

H_a peut être dérivée 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 du thermomètre sec/humide au moyen des formules généralement acceptées.

b) pour les moteurs à allumage par étincelle

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

où:

H_a. peut être dérivée de la mesure d'humidité relative, de la mesure du point de rosée, de la mesure de la pression de vapeur ou de la mesure du thermomètre sec/humide au moyen des formules généralement acceptées.

▼M1

5.4. **Mesures des débits massiques d'émission**

Les débits massiques d'émission (en g/h) pour chaque mode doivent être mesurés comme suit. Pour le calcul des NO_x, le facteur de correction d'humidité $k_{h,D}$, ou $k_{h,G}$, selon le cas, déterminé conformément au point 5.3, est utilisé.

Les concentrations mesurées sont converties en valeurs rapportées à une base humide conformément au point 5.2 si elles n'ont pas déjà été mesurées en conditions humides. Les valeurs pour u_{gas} sont indiquées au tableau 6 pour les éléments constitutifs choisis sur la base des propriétés de gaz parfaits et des carburants pertinents pour la présente directive.

a) pour les gaz d'échappement bruts:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times q_{mew}$$

où:

u_{gas} = ratio entre la densité de l'élément constitutif des gaz d'échappement et la densité des gaz d'échappement

c_{gas} = concentration de l'élément constitutif respectif des gaz d'échappement bruts, en ppm

q_{mew} = débit massique des gaz d'échappement, en kg/h

b) pour les gaz dilués:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas,c} \times q_{mdew}$$

où:

u_{gas} = ratio entre la densité de l'élément constitutif des gaz d'échappement et la densité de l'air

$c_{gas,c}$ = concentration corrigée de l'air de dilution de l'élément constitutif respectif des gaz d'échappement dilués, en ppm

q_{mdew} = débit massique des gaz d'échappement dilués, en kg/h

où:

$$c_{gas,c} = c - c_d \times \left[1 - \frac{1}{D}\right]$$

Le facteur de dilution D est calculé conformément au point 5.4.1 de l'appendice 2 de la présente annexe.

5.5. **Calcul des émissions spécifiques**

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit pour tous les éléments constitutifs individuels:

$$GAS_x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (m_{GASi} \times W_{Fi})}{\sum_{i=1}^{i=n} (P(n)_i \times W_{Fi})}$$

où:

m_{gas} est la masse de chaque gaz

P_n est la puissance nette déterminée conformément au point 8.2 de l'annexe II.

Les facteurs de pondération utilisés dans le calcul ci-dessus sont conformes au point 2.7.1.

▼M1

Tableau 6

Valeurs de u_{gas} dans les gaz d'échappement bruts et dilués pour divers éléments constitutifs des gaz d'échappement

Carburant		NO_x	CO	HCT/ NMHC	CO_2	CH_4
Diesel	Gaz d'échappement bruts	0,001587	0,000966	0,000479	0,001518	0,000553
	Gaz d'échappement dilués	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,000553
Éthanol	Gaz d'échappement bruts	0,001609	0,000980	0,000805	0,001539	0,000561
	Gaz d'échappement dilués	0,001588	0,000967	0,000795	0,001519	0,000553
Gaz Naturel Comprimé	Gaz d'échappement bruts	0,001622	0,000987	0,000523	0,001552	0,000565
	Gaz d'échappement dilués	0,001588	0,000967	0,000584	0,001519	0,000553
Propane	Gaz d'échappement bruts	0,001603	0,000976	0,000511	0,001533	0,000559
	Gaz d'échappement dilués	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,000553
Butane	Gaz d'échappement bruts	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,000558
	Gaz d'échappement dilués	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,000553

Notes:

— valeurs *u* des gaz d'échappement bruts sur la base des propriétés de gaz parfaits à $\lambda = 2$, air sec, 273 K, 101,3 kPa,
— valeurs *u* des gaz d'échappement dilués sur la base des propriétés de gaz parfaits et de la densité de l'air,
— valeurs *u* du gaz naturel comprimé avec une exactitude de 0,2 % pour la composition massique de C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %,
— valeur *u* du gaz naturel comprimé pour HC correspondant à $CH_{2,93}$ (pour les hydrocarbures totaux, utiliser la valeur *u* de CH_4).

5.6. **Calcul des valeurs de la zone de contrôle**

Pour les trois points de contrôle sélectionnés conformément au point 2.7.6, les émissions de NO_x sont mesurées et calculées conformément au point 5.6.1 et aussi déterminées par interpolation à partir des modes du cycle d'essai les plus proches des différents points de contrôle indiqués au point 5.6.2. Les valeurs mesurées sont ensuite comparées aux valeurs interpolées conformément au point 5.6.3.

5.6.1. *Calcul des émissions spécifiques*

Pour chacun des points de contrôle (Z), les émissions de NO_x doivent être mesurées comme suit:

$$m_{NOx,Z} = 0{,}001587 \times c_{NOx,Z} \times k_{h,D} \times q_{mew}$$

$$NOx_Z = \frac{m_{NOx,Z}}{P(n)_Z}$$

5.6.2. *Détermination de la valeur des émissions du cycle d'essai*

Les émissions de NO_x mesurées pour chacun des points de contrôle doivent être interpolées à partir des quatre modes les plus proches du cycle d'essai qui recouvrent le point de contrôle Z sélectionné (voir la figure 4). Les définitions suivantes s'appliquent à ces modes (R, S, T, U):

Régime (R) = Régime (T) = n_{RT}

Régime (S) = Régime (U) = n_{SU}

Taux de charge (R) = Taux de charge (S)

Taux de charge (T) = Taux de charge (U).

▼**M1**

Les émissions de NO_x du point de contrôle sélectionné Z doivent être mesurées comme suit:

$$Ez = \frac{E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \times (M_Z - M_{RS})}{M_{TU} - M_{RS}}$$

et:

$$E_{TU} = \frac{E_T + (E_{TU} - E_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$E_{RS} = \frac{E_R + (E_S - E_R) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{TU} = \frac{M_T + (M_U - M_T) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{RS} = \frac{M_R + (M_S - M_R) \times (n_Z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

où:

E_R, E_S, E_T, E_U = émissions spécifiques de NO_x des modes enveloppants déterminés conformément au point 5.6.1.

M_R, M_S, M_T, M_U = couple du moteur des modes enveloppants.

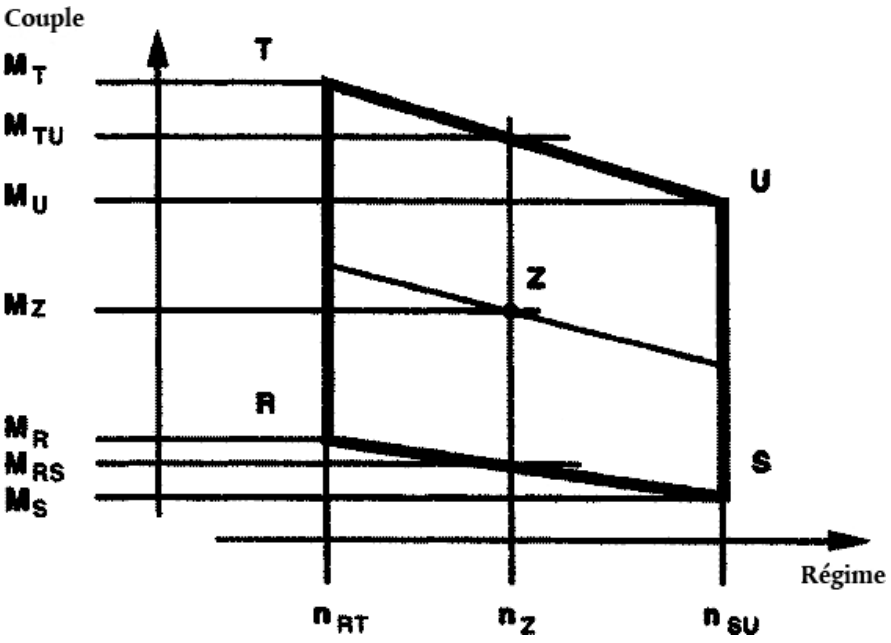


Figure 4

Interpolation du point de contrôle des émissions de NO_x

▼M1

5.6.3. *Comparaison des valeurs des émissions de NO_x*

Les émissions spécifiques de NO_x mesurées au point de contrôle Z ($NO_{x,Z}$) sont comparées à la valeur interpolée (E_Z) comme suit:

$$NOx_{diff} = 100 \times \frac{NOx_Z - E_Z}{E_Z}$$

6. MESURE DES ÉMISSIONS DE PARTICULES

6.1. **Évaluation des résultats**

Pour évaluer les particules, la masse totale de l'échantillon (m_{sep}) au travers des filtres doit être enregistrée pour chaque mode.

Les filtres doivent être ramenés dans la chambre de pesée et conditionnés pendant au moins une heure, mais pas plus de 80 heures, puis pesés. Le poids brut des filtres doit être enregistré et leur poids à vide (voir le point 2.1) soustrait, la somme constituant la masse de l'échantillon de particules m_f.

Si une correction doit être apportée pour l'air de dilution, la masse d'air de dilution ($m_{f,d}$) doit être enregistrée. Si plus d'une mesure a été effectuée, le quotient $m_{f,d}/m_d$ doit être calculé pour chaque mesure individuelle et une moyenne de valeurs doit être calculée.

6.2. **Système de dilution en dérivation**

Les résultats d'essai définitifs communiqués pour l'émission de particules sont calculés comme suit. Comme divers types de contrôle du taux de dilution peuvent être employés, différentes méthodes de calcul s'appliquent à q_{medf}. Tous les calculs doivent se fonder sur les valeurs moyennes des modes individuels au cours de la période de prélèvement.

6.2.1. *Systèmes isocinétiques*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{q_{mdw} + (q_{mew} \times r_a)}{q_{mew} \times r_a}$$

Où r_a correspond au rapport de la section de la sonde *isocinétique* à celle du tuyau d'échappement:

$$r_a = \frac{A_p}{A_T}$$

6.2.2. *Systèmes avec mesure de la concentration avec CO_2 ou de NO_x*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{c_{wE} - c_{wA}}{c_{wD} - c_{wA}}$$

où:

c_{wE} = concentration humide du gaz traceur dans les gaz d'échappement bruts

c_{wD} = concentration humide du gaz traceur dans les gaz d'échappement dilués

c_{wA} = concentration humide du gaz traceur dans l'air de dilution

▼M1

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 5.2 du présent appendice.

6.2.3. *Systèmes avec mesure du CO_2 et méthode du bilan carbone* (1)

$$q_{medf} = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}}$$

où:

$c_{(CO2)D}$ = concentration de CO_2 des gaz d'échappement dilués

$c_{(CO2)A}$ = concentration de CO_2 de l'air de dilution

(concentrations en % vol en conditions humides)

Cette équation repose sur l'estimation du bilan carbone (les atomes de carbone fournis au moteur sont émis sous forme de CO_2) et est dérivée comme suit:

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

et

$$r_d = \frac{206{,}5 \times q_{mf}}{q_{mew} \times \left[c_{(CO_2)D} - c_{(CO_2)A}\right]}$$

6.2.4. *Systèmes avec mesure du débit*

$$q_{medf} = q_{mew} \times r_d$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}}$$

6.3. **Système de dilution en circuit principal**

Tous les calculs doivent se fonder sur les valeurs moyennes des modes individuels au cours de la période de prélèvement. Le débit des gaz d'échappement dilués q_{mdew} est calculé conformément au point 4.1 de l'appendice 2 de la présente annexe. La masse totale de l'échantillon m_{sep} est calculée conformément au point 6.2.1 de l'appendice 2 de la présente annexe.

6.4. **Calcul du débit massique de particules**

Le débit massique de particules est calculé comme suit. Si un système de dilution en circuit principal est utilisé, q_{medf} déterminé conformément au point 6.2 est remplacé par q_{mdew} déterminé conformément au point 6.3.

$$PT_{mass} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{q_{medf}}{1000}$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{medfi} \times W_{fi}$$

(1) La valeur n'est valable que pour le carburant de référence indiqué à l'annexe IV.

▼M1

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{i=n} m_{sepi}$$

$i = 1, \ldots n$

Le débit massique des particules peut faire l'objet d'une correction pour l'air de dilution comme suit:

$$PT_{mass} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{Di} \right) \times W_{f_i} \right] \right\} \times \frac{\overline{q_{medf}}}{1000}$$

où D est calculé conformément au point 5.4.1 de l'appendice 2 de la présente annexe.

▼B

►M1 7. ◄ CALCUL DES VALEURS DE FUMÉES

►M1 7.1. ◄ **Algorithme de Bessel**

L'algorithme de Bessel sert à calculer les moyennes sur 1 s à partir des mesures instantanées de fumées, converties conformément au point 6.3.1. Il émule un filtre passe-bas de deuxième ordre et son utilisation impose d'effectuer des calculs itératifs afin de déterminer les coefficients. Ceux-ci dépendent du temps de réponse de l'opacimètre et de la fréquence de prélèvement. Par conséquent, le point 6.1.1 doit être répété à chaque variation du temps de réponse du système et/ou de la fréquence de prélèvement.

►M1 7.1.1. ◄ *Calcul du temps de réponse du filtre et constantes de Bessel*

Le temps de réponse de Bessel requis (t_F) dépend des temps de réponse physique et électrique de l'opacimètre qui figurent à l'annexe III, appendice 4, point 5.2.4, et est dérivé de l'équation ci-dessous:

$$t_F = \sqrt{1 - \left(t_p^2 + t_e^2 \right)}$$

où:

t_p = temps de réponse physique, en s

t_e = temps de réponse électrique, en s

Les calculs d'évaluation de la fréquence de coupure du filtre (f_c) reposent sur un signal d'entrée progressif de 0 à 1 en ≤ 0,01 s (voir l'annexe VII). Le temps de réponse est défini comme le temps entre le moment où la sortie de Bessel atteint 10 % (t_{10}) et le moment où elle atteint 90 % (t_{90}) de cette fonction en escalier. Il doit être obtenu par itération sur f_c jusqu'à ce que $t_{90} - t_{10} \approx t_F$. La première itération de f_c découle de la formule suivante:

$$f_c = \frac{\pi}{10 \times t_F}$$

Les constantes de Bessel E et K sont dérivées des équations suivantes:

$$E = \frac{1}{\left(1 + \Omega \times \sqrt{(3 \times D) + D} \times \Omega^2 \right)}$$

$$K = 2 \times E \times (D \times \Omega^2 - 1) - 1$$

où:

D = 0,618034

▼B

$$\Delta t = \frac{1}{\text{fréquence de prélèvement}}$$

$$\Omega = \frac{1}{\left[\tan\left(\pi \times \Delta t \times f_c\right)\right]}$$

►M1 7.1.2. ◄ *Calcul de l'algorithme de Bessel*

Les valeurs de E et de K permettent de calculer comme suit la moyenne de Bessel sur 1 s à un signal d'entrée progressif S_i:

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

où:

$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$

$S_i = 1$

$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$

Les temps t_{10} et t_{90} sont interpolés. La différence de temps entre t_{90} et t_{10} détermine le temps de réponse t_F pour cette valeur de f_c. Si ce temps de réponse n'est pas suffisamment proche du temps de réponse requis, l'itération doit être poursuivie comme suit jusqu'à ce que le temps de réponse effectif se situe à moins de 1 % de la réponse requise:

$$((t_{90} - t_{10}) - t_F) \leq 0{,}01 \times t_F$$

►M1 7.2. ◄ **Évaluation des résultats**

Les valeurs de fumées mesurées doivent être échantillonnées à une fréquence minimale de 20 Hz.

►M1 7.3. ◄ **Détermination des fumées**

►M1 7.3.1. ◄ *Conversion de données*

Comme l'unité de mesure de base de tous les opacimètres est la transmittance, les valeurs de fumées mesurées en transmittance (τ) doivent être converties en un coefficient d'absorption lumineuse (k) comme suit:

$$k = -\frac{1}{L_A} \times \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

et

$$N = 100 - \tau$$

où:

k = coefficient d'absorption lumineuse, en m^{-1}

L_A = base de mesure effective présentée par le fabricant de l'instrument, en m

N = opacité, en %

τ = transmittance, en %

La conversion doit précéder tout traitement ultérieur des données.

►M1 7.3.2. ◄ *Calcul de la moyenne de Bessel des fumées*

Par fréquence correcte de coupure f_c, il faut entendre la fréquence qui génère le temps de réponse t_F requis pour le filtre. Une fois cette fréquence déterminée par le processus itératif du point 6.1.1, les constantes E et K correctes de l'algorithme de Bessel sont calculées. L'algorithme de Bessel est ensuite appliqué à la trace instantanée de fumées (valeur k) qui est décrite au point 6.1.2:

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Par nature, l'algorithme de Bessel est récursif. Il requiert donc plusieurs valeurs d'entrée initiales pour S_{i-1} et S_{i-2} et plusieurs valeurs de sortie initiales pour Y_{i-1} et Y_{i-2} pour pouvoir lancer l'algorithme. Ces valeurs peuvent être supposées égales à 0.

Pour chaque échelon de charge des trois régimes A, B et C, la valeur 1 s maximale Y_{max} est sélectionnée parmi les différentes valeurs Y_i de chaque trace de fumées.

▼B

►M1 7.3.3. ◄ *Résultats finals*

Les valeurs de fumées moyennes (SV) de chaque cycle (régime d'essai) sont calculées comme suit:

pour le régime d'essai A $SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A}) / 3$

pour le régime d'essai B $SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B}) / 3$

pour le régime d'essai C $SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C}) / 3$

où:

Y_{max1}, Y_{max2}, Y_{max3} = moyenne de Bessel maximale sur 1 s des fumées à chacun des trois échelons de charge

La valeur finale est calculée comme suit:

$$SV = (0{,}43 \times SV_A) + (0{,}56 \times SV_B) + (0{,}01 \times SV_C)$$

▼B

Appendice 2

CYCLE D'ESSAI ETC

1. PROCÉDURE DE RÉALISATION DE LA CARTOGRAPHIE DU MOTEUR

1.1. **Détermination de la gamme de régimes de la cartographie**

Pour pouvoir exécuter l'essai ETC dans la chambre d'essai, une cartographie du moteur doit être réalisée avant le cycle d'essai afin de déterminer le diagramme régime-couple. Les régimes de cartographie minimal et maximal sont définis comme suit:

Régime de cartographie minimal = de ralenti

Régime de cartographie maximal = $n_{sup.}$ × 1,02 ou régime auquel le couple à pleine charge tombe à zéro, la valeur la plus faible étant retenue

1.2. **Réalisation de la cartographie de puissance du moteur**

Le moteur est mis en température à la puissance maximale afin de stabiliser ses paramètres conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art. Une fois le moteur stabilisé, la cartographie du moteur est réalisée comme suit:

a) le moteur n'est pas chargé et tourne au régime de ralenti;

b) le moteur tourne à pleine charge/à pleine ouverture des gaz au régime de cartographie minimal;

c) le régime du moteur est augmenté à un taux moyen de 8 ± 1 tr/min par seconde entre les régimes de cartographie minimal et maximal. Les points de régime et de couple du moteur sont enregistrés à une fréquence d'échantillonnage d'au moins un point par seconde.

1.3. **Élaboration de la courbe de cartographie**

Tous les points de données enregistrés au point 1.2 sont reliés par interpolation linéaire. La courbe de couple résultante constitue la courbe de cartographie et sert à convertir les valeurs de couple normalisées du cycle du moteur en valeurs de couple effectives pour le cycle d'essai (voir la description du point 2).

1.4. **Autres techniques de cartographie**

Si un constructeur estime que les techniques de cartographie exposées ci-dessus ne sont pas fiables ou représentatives d'un moteur quelconque donné, d'autres techniques de cartographie peuvent être appliquées. À l'instar des procédures de cartographie spécifiées, elles doivent viser à déterminer le couple maximal disponible à tous les régimes du moteur atteints au cours des cycles d'essai. Les techniques qui, pour des raisons de fiabilité ou de représentativité, s'écartent des techniques spécifiées doivent être approuvées par le service technique en même temps que la justification de leur emploi. En aucun cas, la cartographie ne pourra cependant être obtenue à partir d'un balayage suivant les vitesses décroissantes pour des moteurs à régulateur ou à turbocompresseur.

1.5. **Renouvellement des essais**

Une cartographie de moteur ne doit pas nécessairement être réalisée avant chaque cycle d'essai. Tel ne doit être le cas que:

— si, en vertu d'une appréciation technique, un laps de temps excessif s'est écoulé depuis la dernière cartographie,

ou

— si le moteur a subi des modifications physiques ou des réétalonnages susceptibles d'influencer potentiellement ses performances.

▼B

2. ÉLABORATION DU CYCLE D'ESSAI DE RÉFÉRENCE

Le cycle d'essai transitoire est décrit à l'appendice 3 de la présente annexe. Les valeurs de couple et de régime normalisées sont converties en valeurs effectives comme suit et donnent le cycle de référence.

2.1. **Régime effectif**

Le régime est dénormalisé au moyen de l'équation suivante:

$$\text{Régime effectif} = \frac{\%\ \text{régime}\ (\text{régime de référence} - \text{régime de ralenti})}{100} + \text{régime de ralenti}$$

Le régime de référence ($n_{réf.}$) correspond aux valeurs de régime à 100 % spécifiées dans la programmation de la génératrice de l'appendice 3. Il est défini comme suit (voir la figure 1 de l'annexe I):

$$n_{ref} = n_{inf.} + 95\ \% \times (n_{sup.} - n_{inf.})$$

où $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$ sont spécifiés conformément à l'annexe I, point 2, ou calculés conformément à l'annexe III, appendice 1, point 1.1.

2.2. **Couple effectif**

Le couple est normalisé jusqu'au couple maximal au régime correspondant. Les valeurs de couple du cycle de référence sont dénormalisées comme suit à l'aide de la courbe de cartographie calculée conformément au point 1.3:

$$\text{Couple effectif} = (\%\ \text{de couple} \times \text{couple max.}/100)$$

pour le régime effectif correspondant tel qu'il est déterminé au point 2.1.

Pour pouvoir élaborer le cycle de référence, les valeurs de couple négatives «moteur entraîné» («m») sont des valeurs dénormalisées 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 minimal et le régime de cartographie maximal,

— calcul du couple négatif requis pour l'entraînement du moteur aux régimes de ralenti et de référence et interpolation linéaire entre ces deux points.

2.3. **Exemple de procédure de dénormalisation**

À titre d'exemple, le point d'essai suivant doit être dénormalisé:

% de régime = 43

% de couple = 82

En supposant les valeurs suivantes:

régime de référence = 2 200 tr/min

régime de ralenti = 600 tr/min

nous obtenons

$$\text{régime effectif} = (43 \times (2\,200 - 600)/100) + 600 = 1\,288\ \text{min}^{-1}$$

$$\text{couple effectif} = (82 \times 700/100) = 574\ \text{Nm}$$

où le couple maximal observé sur la courbe de cartographie à 1 288 min^{-1} est égal à 700 Nm.

▼M1

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI DE MESURE DES ÉMISSIONS

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

Les moteurs fonctionnant au gaz naturel et au GPL doivent être rodés en recourant à l'essai ETC. Le moteur doit tourner durant deux cycles ETC minimum et jusqu'à ce que les émissions de CO mesurées sur un cycle

▼M1

d'essai ne dépassent pas plus de 10 % les émissions de CO mesurées lors du cycle ETC précédent.

3.1. **Préparation des filtres de prélèvement (le cas échéant)**

Une heure au moins avant l'essai, chaque filtre est placé dans une boîte de Pétri partiellement couverte, qui est protégée contre la contamination par des poussières, et placé dans une chambre de pesée aux fins de stabilisation. À la fin de la période de stabilisation, chaque filtre est pesé et le poids à vide est enregistré. Le filtre est ensuite rangé dans une boîte de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à ce qu'il soit nécessaire pour l'essai. Le filtre est utilisé dans les huit heures suivant son retrait de la chambre de pesée. Le poids à vide est enregistré.

3.2. **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 connecté au système de dilution en circuit principal si ce système est utilisé.

3.3. **Démarrage du système de dilution et du moteur**

Le système de dilution et le moteur doivent être démarrés et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et pressions soient stabilisées à la puissance maximale conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art.

3.4. **Démarrage du système de prélèvement des particules (moteurs diesel uniquement)**

Le système de prélèvement des particules doit être démarré et fonctionner en dérivation. Le niveau de particules dans l'air de dilution peut être mesuré en envoyant l'air de dilution à travers les filtres à particules. Si l'air de dilution a été filtré, une mesure peut être effectuée avant et après l'essai, si l'air de dilution n'est pas filtré, les valeurs peuvent être mesurées au début et à la fin du cycle, puis moyennées.

Le système de dilution et le moteur doivent être démarrés et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et pressions soient stabilisées à la puissance maximale conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art.

En cas de post-traitement de régénération périodique, la régénération ne doit pas intervenir au cours de la mise en température du moteur.

3.5. **Réglage du système de dilution**

Les débits du système de dilution (en circuit principal ou en dérivation) sont réglés afin d'éliminer la condensation d'eau dans le système et d'obtenir une température maximale inférieure ou égale à 325 K (52 °C) à la section d'entrée du filtre (voir l'annexe V, point 2.3.1, DT).

3.6. **Contrôle des analyseurs**

Les analyseurs d'émissions sont mis à zéro et étalonnés. Si des sacs de prélèvement sont utilisés, ils doivent être éliminés.

3.7. **Procédure de démarrage du moteur**

Le moteur stabilisé est démarré à l'aide d'un démarreur de série ou du dynamomètre conformément à la procédure de démarrage recommandée par le constructeur dans le manuel d'utilisation. En option, l'essai peut débuter dès la phase de préconditionnement sans couper le moteur lorsque ce dernier a atteint le régime de ralenti.

3.8. **Cycle d'essai**

3.8.1. *Séquence d'essai*

La séquence d'essai débute lorsque le moteur a atteint le régime de ralenti. L'essai est exécuté conformément au cycle de référence défini au point 2 du présent appendice. Les points de réglage qui déterminent le régime et le couple du moteur sont sortis à 5 Hz (10 Hz recommandés) ou plus. Le régime et le couple de réaction du moteur sont enregistrés au moins une fois par seconde durant le cycle d'essai et les signaux peuvent être filtrés par voie électronique.

▼M1

3.8.2. *Mesure des émissions de gaz*

3.8.2.1. Système de dilution en circuit principal

Au démarrage du moteur ou de la séquence d'essai, si le cycle débute dès le préconditionnement, l'équipement de mesure doit être démarré, simultanément:

— début de la collecte ou de l'analyse de l'air de dilution,

— début de la collecte ou de l'analyse des gaz d'échappement dilués,

— début de la mesure de la quantité de gaz d'échappement dilués (échantillon à volume constant ou CVS) ainsi que des températures et pressions requises,

— début de l'enregistrement des données de réaction du régime et du couple du dynamomètre.

Les hydrocarbures (HC) et les NO_x sont mesurés en continu dans le tunnel de dilution à une fréquence de 2 Hz. Les concentrations moyennes sont calculées en intégrant les signaux de l'analyseur sur toutes les durées du cycle d'essai. Le temps de réponse du système ne doit pas être supérieur à 20 secondes et, s'il y a lieu, doit être coordonné avec les fluctuations du débit de l'échantillon à volume constant et avec les écarts de la durée du prélèvement/cycle d'essai. Les quantités de CO, de CO_2, NMHC et de CH_4 sont calculées en intégrant ou en analysant les concentrations du sac de prélèvement collecté durant le cycle. Toutes les autres valeurs sont enregistrées à raison d'une mesure par seconde (1 Hz) minimum.

3.8.2.2. Mesure des gaz d'échappement bruts

Si le cycle débute dès le préconditionnement, l'équipement de mesure doit être démarré en même temps que le moteur ou la séquence d'essai:

— début de l'analyse des concentrations de gaz d'échappement bruts,

— début de la mesure du débit des gaz d'échappement ou de l'air d'admission et du carburant,

— début de l'enregistrement des données de réaction du régime et du couple du dynamomètre.

Pour l'évaluation des émissions de gaz, les concentrations des émissions (HC, CO et NO_x) et le débit massique des gaz d'échappement sont enregistrés et stockés à une fréquence d'au moins 2 Hz sur un système informatique. Le temps de réponse du système ne doit pas être supérieur à 10 secondes. Tous les autres résultats peuvent être enregistrés avec un débit d'échantillon d'au moins 1 Hz. Pour les analyseurs analogiques, la réponse est enregistrée et les résultats d'étalonnage peuvent être appliqués en ligne ou hors ligne au cours de l'évaluation des résultats.

Pour le calcul de l'émission massique des éléments constitutifs des gaz, les traces des concentrations enregistrées et la trace du débit massique des gaz d'échappement sont alignées dans le temps par le temps de transformation défini à l'annexe I, point 2. En conséquence, le temps de réponse de chaque analyseur des émissions de gaz et du système de débit massique des gaz d'échappement est déterminé conformément aux dispositions du point 4.2.1 et du point 1.5 de l'appendice 5 de la présente annexe et enregistré.

3.8.3. *Prélèvement de particules (le cas échéant)*

3.8.3.1. Système de dilution en circuit principal

Si le cycle débute dès le préconditionnement, le système de prélèvement de particules est commuté du mode de dérivation en mode de collecte des particules dès le démarrage du moteur ou de la séquence d'essai.

En l'absence de compensation de débit, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de sorte que le débit qui traverse la sonde de prélèvement de particules ou le tube de transfert soit maintenu à une valeur situé à ± 5 % du débit réglé. En présence d'une compensation de débit (à savoir un contrôle proportionnel du débit de l'échantillon), il faut démontrer que le rapport du débit du tunnel principal à celui de l'échantillon de particule ne varie pas de plus ± 5 % par rapport à sa valeur réglée (à l'exception des 10 premières secondes du prélèvement).

Remarque: Dans le cas d'une dilution double, le débit de l'échantillon est la différence nette entre le débit qui traverse les filtres de prélèvement et le débit d'air de dilution secondaire.

▼M1

Les valeurs moyennes de température et de pression au(x) compteur(s) de gaz ou à l'entrée des instruments de mesure du débit doivent être enregistrées. Si, en raison d'une charge élevée de particules sur le filtre, le débit réglé ne peut pas être maintenu pendant toute la durée du cycle (à ± 5 %), l'essai est annulé. Il doit être recommencé avec un débit inférieur et/ou un diamètre de filtre plus grand.

3.8.3.2. Système de dilution en dérivation

Si le cycle débute dès le préconditionnement, le système de prélèvement de particules est commuté du mode de dérivation en mode de collecte des particules dès le démarrage du moteur ou de la séquence d'essai.

Pour le contrôle d'un système de dilution en dérivation, il est exigé une réponse rapide du système. Le temps de transformation pour le système est déterminé par la procédure visée au point 3.3 de l'appendice 5 de l'annexe III. Si le temps de transformation combiné de la mesure du débit des gaz d'échappement (voir au point 4.2.1) et du système en dérivation est inférieur à 0,3 seconde, un contrôle en ligne peut être utilisé. Si le temps de transformation est supérieur à 0,3 seconde, il faut impérativement utiliser un contrôle à l'avance sur la base d'un essai préenregistré. Dans ce cas, le temps de montée sera ≤1 seconde et le temps de retard de la combinaison ≤10 secondes.

La réaction totale du système est conçue de manière à garantir un échantillon représentatif des particules, $q_{mp,i}$, proportionnel au débit massique des gaz d'échappement. Pour déterminer la proportionnalité, une analyse de régression entre $q_{mp,i}$ et $q_{mew,i}$ est réalisée sur un débit d'acquisition des données de 1 Hz minimum, et les critères suivants sont satisfaits:

— le cœfficient de corrélation R^2 de la régression linéaire entre $q_{mp,i}$ et $q_{mew,i}$ ne doit pas être inférieur à 0,95,

— l'erreur standard d'estimation de $q_{mp,i}$ sur $q_{mew,i}$ ne doit pas être supérieure à 5 % de q_{mp} au maximum,

— le point de rencontre q_{mp} de la ligne de régression ne doit pas être supérieur à ± 2 % de q_{mp} au maximum.

À titre d'option, il peut être procédé à un pré-test, et le signal du débit massique des gaz d'échappement de ce pré-test peut être utilisé pour le contrôle du débit échantillon dans le système de particules (contrôle à l'avance). Une telle procédure est exigée si le temps de transformation du système de particules, $t_{50,P}$ ou le temps de transformation du signal du débit massique des gaz d'échappement, $t_{50,F}$, ou les deux, sont supérieurs à 0,3 seconde. Un contrôle correct du système de dilution en dérivation est obtenu si la trace de temps de $q_{mew,pre}$ du pré-test, qui contrôle q_{mp}, est décalée par un temps à l'avance de $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Pour établir la corrélation entre $q_{mp,i}$ et $q_{mew,i}$ les résultats constatés au cours de l'essai effectif sont utilisés, le temps $q_{mew,i}$ étant aligné par $t_{50,F}$ par rapport à $q_{mp,i}$ (aucune contribution de $t_{50,P}$ à l'alignement dans le temps). En d'autre termes, le décalage de temps entre q_{mew} et q_{mp} est la différence dans leurs temps de transformation qui ont été déterminés au point 3.3 de l'appendice 5 de l'annexe III.

3.8.4. *Calage du moteur*

Si le moteur cale à un moment quelconque du cycle d'essai, il doit être préconditionné et redémarré, puis l'essai doit être recommencé. L'essai est annulé lors d'une défaillance d'un des appareillage de contrôle requis durant le cycle d'essai.

3.8.5. *Opérations après l'essai*

Au terme de l'essai, la mesure du volume de gaz d'échappement dilués, l'écoulement du gaz dans les sacs collecteurs et la pompe de prélèvement de particules doivent être arrêtés. Dans le cas d'un analyseur intégrateur, le prélèvement est poursuivi jusqu'à l'écoulement des temps de réponse du système.

Si des sacs collecteurs sont utilisés, leurs concentrations sont analysées dès que possible et, en tout état de cause, 20 minutes au plus tard après la fin du cycle d'essai.

Après l'essai de mesure des émissions, un gaz de mise à zéro et le même gaz de réglage de sensibilité sont utilisés pour revérifier les analyseurs. L'essai est jugé acceptable si la différence entre les résultats obtenus avant et après l'essai est inférieure à 2 % de la valeur du gaz de réglage de sensibilité.

▼M1

3.9. **Vérification de l'exécution de l'essai**

3.9.1. *Décalage de données*

Afin de minimiser l'effet de biais dû au laps de temps qui sépare les valeurs de réaction de celles du cycle de référence, toute la séquence de signaux de réaction du régime et du couple du moteur peut être avancée ou retardée dans le temps en fonction de la séquence de régime et de couple de référence. Si les signaux de réaction sont décalés, le régime et le couple doivent être décalés de la même valeur dans la même direction.

3.9.2. *Calcul du travail du cycle*

Le travail du cycle effectif W_{act} (kWh) est calculé avec chaque paire enregistrée de valeurs de réaction de régime et de couple du moteur, et ce, après tout décalage de données de réaction si cette option est sélectionnée. Le travail du cycle effectif W_{act} sert à effectuer une comparaison avec le travail du cycle de référence W_{ref} et à déterminer les émissions spécifiques freins (voir les points 4.4 et 5.2). La même méthode est appliquée pour intégrer la puissance de référence et la puissance effective du moteur. Si les valeurs doivent être calculées entre des valeurs de référence ou de mesure adjacentes, une interpolation linéaire est effectuée.

Lors de l'intégration du travail du cycle de référence et du travail du cycle effectif, toutes les valeurs de couple négatives sont mises à zéro et incluses. Lorsqu'une intégration se déroule à une fréquence inférieure à 5 Hz et que, durant un laps de temps donné, la valeur du couple devient négative ou positive, la partie négative est calculée et mise à zéro. La partie positive est incluse dans la valeur intégrée.

W_{act} doit se situer entre – 15 % et + 5 % of W_{ref}.

3.9.3. *Statistiques de validation du cycle d'essai*

Pour le régime, le couple et la puissance, des régressions linéaires des valeurs de réaction doivent être exécutées par rapport aux valeurs de référence, et ce, après tout décalage des données de réaction si cette option est retenue. La méthode des moindres carrés doit être appliquée et l'équation se présente comme suit:

$$y = mx + b$$

où:

y = valeur de réaction (effective) du régime (min^{-1}), du couple (Nm), ou de la puissance (kW)

m = pente de la ligne de régression

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

b = point de rencontre y de la ligne de régression

L'erreur type de l'estimation (SE) de y sur x et le coefficient de détermination (r2) doivent être calculés pour chaque ligne de régression.

Il est recommandé d'effectuer cette analyse à 1 Hz. Toutes les valeurs négatives du couple de référence et toutes les valeurs de réaction associées sont éliminées du calcul des statistiques de validation du couple et de la puissance du cycle. Pour qu'un essai soit jugé valable, il doit satisfaire aux critères du tableau 7.

Tableau 7

Tolérances de la droite de régression

	Régime	Couple	Puissance
Erreur type de l'estimation (SE) de Y sur X	Maximum 100 min^{-1}	Maximum 13 % (15 %) (*) de la cartographie de puissance au couple maximal du moteur	Maximum 8 % (15 %) (*) de la cartographie de puissance au couple maximal du moteur
Pente de la droite de régression, m	0,95 à 1,03	0,83 – 1,03	0,89 – 1,03 (0,83 – 1,03) (*)
Coefficient de détermination, r^2	min 0,9700 (min 0,9500) (*)	min 0,8800 (min 0,7500) (*)	min 0,9100 (min 0,7500) (*)

▼M1

	Régime	Couple	Puissance
Point de rencontre Y de la ligne de régression, b	± 50 min^{-1}	± 20 Nm ou ± 2 % (± 20 Nm ou ± 3 %) (*) du couple maximal, la plus grande de ces deux valeurs étant retenues	± 4 kW ou ± 2 % (± 4 kW ou ± 3 %) (*) de la puissance maximale, la plus grande de ces deux valeurs étant retenues

(*) Jusqu'au 1er octobre 2005, les chiffres entre parenthèse peuvent être utilisés pour l'essai de réception des moteurs à gaz. (La Commission fera un rapport sur la mise au point de la technologie des moteurs à gaz, de façon à confirmer ou à modifier les tolérances de droites de régression applicables aux moteurs à gaz fournies dans ce tableau.)

Des points peuvent être effacés des analyses de régression lorsqu'ils sont indiqués dans le tableau 8.

Tableau 8

Effacements autorisés de points dans une analyse de régression

Conditions	Points à effacer
Pleine charge/pleine ouverture des gaz et valeur de réaction du couple < 95 % de la valeur de référence du couple	Couple et/ou puissance
Pleine charge/pleine ouverture des gaz et valeur de réaction du régime < 95 % de la valeur de référence du régime	Régime et/ou puissance
À vide, pas un point de ralenti, et valeur de réaction du couple > valeur de référence du couple	Couple et/ou puissance
À vide, valeur de réaction du régime ≤ régime au ralenti + 50 min^{-1} et valeur de réaction du couple = couple ralenti mesurer/défini par le constructeur ± 2 % du couple maximal	Régime et/ou puissance
À vide, valeur de réaction du régime supérieur régime de ralenti + 50 min^{-1} et valeur de réaction du couple > 105 % valeur de référence du régime	Couple et/ou puissance
À vide et valeur de réaction du régime > 105 % de la valeur de référence du régime	Régime et/ou puissance

4. CALCUL DU DÉBIT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

4.1. **Détermination du débit des gaz d'échappement dilués**

Le débit total des gaz d'échappement dilués durant le cycle (kg/essai) est calculé à partir des valeurs mesurées durant le cycle et des données d'étalonnage correspondantes du débitmètre (V_0 pour le PDP, K_V pour le CFV, C_d pour le SSV), conformément aux indications du point 2 de l'appendice 5 de l'annexe III. La formule ci-dessous est appliquée si, durant tout le cycle, la température des gaz d'échappement dilués est maintenue à un niveau constant à l'aide d'un échangeur thermique (± 6 K pour un système PDP-CVS, ± 11 K pour un système CFV-CVS ou ± 11 K pour un système SSV-CVS, voir point 2.3 de l'annexe V).

Pour le système PDP-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times V_0 \times N_P \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

où:

V_0 = volume de gaz pompé par tour dans des conditions d'essai, en m^3/tr

N_P = nombre total de tours de la pompe par essai

p_b = pression atmosphérique dans la chambre d'essai, en kPa

p_1 = dépression sous la pression atmosphérique à l'orifice d'aspiration de la pompe, en kPa

T = température moyenne des gaz d'échappement dilués à l'orifice d'aspiration de la pompe durant le cycle, en K

Pour le système CFV-CVS:

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

où:

t = temps de cycle, en s

▼**M1**

K_V = coefficient d'étalonnage du venturi à écoulement critique pour des conditions normalisées

p_p = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

T = température absolue à l'entrée du venturi, en K

Pour le système SSV-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV}$$

où:

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

et:

A_0 = série de constantes et de conversions d'unités

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

= 0,006111 en unités SI de

d = diamètre du col du SSV, en m

C_d = coefficient de décharge du SSV

p_p = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

T = température à l'entrée du venturi, en K

r_p = rapport entre les pressions statiques absolues au col et à l'entrée du SSV =

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

r_D = rapport entre le diamètre d du col du SSV et le diamètre intérieur du tuyau d'admission =

$$\frac{d}{D}$$

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

Pour le système PDP-CVS:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times V_0 \times N_{P,i} \times (p_b - p_1) \times 273 / (101{,}3 \times T)$$

où:

$N_{P,i}$ = nombre total de tours de la pompe par intervalle de temps

Pour le système CFV-CVS:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0{,}5}$$

où:

Δt_i = intervalle de temps, en s

Pour le système SSV-CVS:

$$m_{ed} = 1{,}293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

où:

Δt_i = intervalle de temps, en s

Le calcul en temps réel est initialisé soit avec une valeur raisonnable de C_d, telle que 0,98, soit avec une valeur raisonnable de Q_{ssv}. Si le calcul

▼M1

est initialisé avec Q_{ssv}, la valeur initiale de Q_{ssv} est utilisée pour évaluer Re.

Lors de tous les contrôles d'émissions, le nombre de Reynolds au col du SSV doit être proche des nombres de Reynolds utilisés pour établir la courbe d'étalonnage conformément au point 2.4 de l'appendice 5 de la présente annexe.

4.2. **Détermination du débit massique des gaz d'échappement bruts**

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement bruts et pour contrôler un système de dilution en dérivation, il faut connaître le débit massique des gaz d'échappement. Ce débit peut être déterminé par l'une des méthodes décrites aux points 4.2.2 à 4.2.5.

4.2.1. *Temps de réponse*

Pour le calcul des émissions, le temps de réponse de chacune des méthodes décrites ci-dessous doit être égal ou inférieur au temps de réponse de l'analyseur, tel qu'il est défini au point 1.5 de l'appendice 5 de la présente annexe.

Pour le contrôle d'un système de dilution en dérivation, un temps de réponse plus court est nécessaire. Dans le cas d'un système de dilution en dérivation avec contrôle en ligne, le temps de réponse doit être inférieur ou égal à 0,3 seconde. Dans le cas d'un système de dilution en dérivation avec contrôle anticipatif sur la base d'un essai préenregistré, le temps de réponse du système de mesure du débit des gaz d'échappement doit être inférieur ou égal à 5 secondes, avec un temps de montée inférieur ou égal à 1 seconde. Le temps de réponse du système doit être spécifié par le fabricant de l'instrument. Les exigences en matière de temps de réponse combiné pour le débit des gaz d'échappement et le système de dilution en dérivation sont indiquées au point 3.8.3.2.

4.2.2. *Méthode de mesure directe*

La mesure directe du débit instantané des gaz d'échappement peut être effectuée au moyen d'appareils tels que:

— des appareils déprimogènes, comme des tuyères,

— un débitmètre à ultrasons,

— un débitmètre à tourbillons.

Il convient de prendre des précautions pour éviter les erreurs de mesure qui entraîneraient des erreurs dans les valeurs d'émission. On veillera notamment à installer soigneusement l'instrument dans le système d'échappement du moteur, conformément aux recommandations du fabricant de l'instrument et aux règles de l'art. En particulier, la performance et les émissions du moteur ne doivent pas être altérées par l'installation de l'instrument.

L'exactitude de la détermination du débit des gaz d'échappement doit être d'au moins ± 2,5 % du relevé ou ± 1,5 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue.

4.2.3. *Méthode de mesure du débit d'air et de carburant*

Pour mesurer le débit d'air et le débit de carburant, on utilise des débitmètres qui satisfont aux exigences d'exactitude du point 4.2.2 pour le débit total des gaz d'échappement. Le débit des gaz d'échappement se calcule comme suit:

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf}$$

4.2.4. *Méthode de mesure d'un gaz marqueur*

Il s'agit de mesurer la concentration d'un gaz marqueur dans les gaz d'échappement. Une quantité connue d'un gaz inerte (hélium pur, par exemple) est injectée en tant que gaz marqueur dans le débit de gaz d'échappement. Le gaz marqueur est mélangé et dilué par les gaz d'échappement, mais ne doit pas réagir dans le tuyau d'échappement. La concentration de ce gaz est ensuite mesurée dans le prélèvement de gaz d'échappement.

Pour assurer le mélange complet du gaz marqueur, la sonde de prélèvement de gaz d'échappement doit se trouver à au moins 1 mètre ou 30 fois le diamètre du tuyau d'échappement, la valeur la plus élevée étant retenue, en aval du point d'injection du gaz marqueur. La sonde de prélèvement peut se trouver plus près du point d'injection si on vérifie que le mélange est complet en comparant la concentration de gaz

▼M1

marqueur à la concentration de référence lorsque le gaz marqueur est injecté en amont du moteur.

Le débit du gaz marqueur est réglé de telle manière que la concentration du gaz marqueur au régime de ralenti du moteur, après mélange, devienne inférieure à la pleine échelle de l'analyseur de gaz marqueur.

Le débit des gaz d'échappement se calcule comme suit:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_a)}$$

où:

$q_{mew,i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement, en kg/s

q_{vt} = débit du gaz marqueur, en cm^3/min

$c_{mix.i}$ = concentration instantanée de gaz marqueur après mélange, en ppm

ρ_e = densité des gaz d'échappement, en kg/m^3 (voir tableau 3)

c_a = concentration de fond du gaz marqueur dans l'air d'admission, en ppm

La concentration de fond peut être négligée si elle est inférieure à 1 % de la concentration du gaz marqueur après mélange ($c_{mix.i}$) au débit maximal des gaz d'échappement.

L'ensemble du système doit être conforme aux spécifications d'exactitude pour le débit de gaz d'échappement et doit être étalonné conformément au point 1.7 de l'appendice 5 de la présente annexe.

4.2.5. *Méthode de mesure du débit d'air et du rapport air/carburant*

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

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

où:

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

$$\lambda_i = \frac{\beta \times \left(100 - \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{2} - c_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times c_{CO2}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4}\right)}{4{,}764 \times \left(\beta + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \times \left(c_{CO2} + c_{CO} \times 10^{-4} + c_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

et:

A/F_{st} = rapport air/carburant stœchiométrique, en kg/kg

λ = rapport d'excès d'air

c_{CO2} = concentration de CO_2 (conditions sèches), en %

c_{CO} = concentration de CO (conditions sèches), en ppm

c_{HC} = concentration de HC, en ppm

▼M1

Note:β peut être égal à 1 pour les carburants contenant du carbone et à 0 pour le carburant hydrogène.

Le débitmètre d'air doit être conforme aux spécifications d'exactitude du point 2.2 de l'appendice 4 de la présente annexe, l'analyseur de CO_2 utilisé doit être conforme aux spécifications du point 3.3.2 de l'appendice 4 de la présente annexe et l'ensemble du système doit être conforme aux spécifications d'exactitude pour le débit des gaz d'échappement.

En option, la mesure du rapport d'excès d'air peut être effectuée à l'aide d'un appareillage de mesure du rapport air/carburant, tel qu'un capteur de type zircone, conformément aux spécifications du point 3.3.6 de l'appendice 4 de la présente annexe.

5. CALCUL DES ÉMISSIONS GAZEUSES

5.1. **Évaluation des résultats**

Pour évaluer les émissions gazeuses dans les gaz d'échappement dilués, les concentrations des émissions (HC, CO et NO_x) et le débit massique des gaz d'échappement dilués sont relevés conformément au point 3.8.2.1 et stockés sur ordinateur. Pour les analyseurs analogiques, la réponse est enregistrée et les données d'étalonnage peuvent être utilisées en ligne ou hors ligne pendant l'évaluation des données.

Pour évaluer les émissions gazeuses dans les gaz d'échappement bruts, les concentrations des émissions (HC, CO et NO_x) et le débit massique des gaz d'échappement sont relevés conformément au point 3.8.2.2 et stockés sur ordinateur. Pour les analyseurs analogiques, la réponse est enregistrée et les données d'étalonnage peuvent être utilisées en ligne ou hors ligne pendant l'évaluation des données.

5.2. **Correction en conditions sèches/humides**

Si la concentration est mesurée en conditions sèches, elle est convertie en valeurs rapportées à des conditions humides à l'aide de la formule suivante. Pour la mesure en continu, la conversion est appliquée à chaque mesure instantanée avant tout autre calcul.

$$c_{wet} = k_W \times c_{dry}$$

Les équations de conversion du point 5.2 de l'appendice 1 de la présente annexe sont appliquées.

5.3. **Correction des émissions de NO_x en fonction de l'humidité et de la température**

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de la température et de l'humidité de l'air ambiant en appliquant les facteurs indiqués au point 5.3 de l'appendice 1 de la présente annexe. Les facteurs sont valides dans la plage comprise entre 0 et 25 g/kg d'air sec.

5.4. **Calcul des débits massiques d'émission**

La masse des émissions sur la durée du cycle (g/essai) est calculée comme suit, en fonction de la méthode de mesure appliquée. Si elles ne sont pas déjà mesurées en conditions humides, les concentrations mesurées doivent être converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 5.2 de l'appendice 1 de la présente annexe. Le tableau 6 de l'appendice 1 de la présente annexe donne les valeurs u_{gas} à appliquer pour des composants sélectionnés sur la base des propriétés de gaz idéaux et des carburants pertinents pour la présente directive.

a) *Pour les gaz d'échappement bruts:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{gas,i} \times q_{mew,i} \times \frac{1}{f}$$

▼M1

où:

u_{gas} = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité des gaz d'échappement, tiré du tableau 6

$c_{gas,i}$ = concentration instantanée du composant dans les gaz d'échappement bruts, en ppm

$q_{mew,i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement, en kg/s

f = fréquence de prélèvement, en Hz

n = nombre de mesures

b) *pour les gaz d'échappement dilués sans compensation de débit:*

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed}$$

où:

u_{gas} = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité de l'air, tiré du tableau 6

c_{gas} = concentration de fond corrigée moyenne du composant correspondant, en ppm

m_{ed} = masse totale des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, en kg

c) *pour les gaz d'échappement dilués avec compensation de débit:*

$$m_{gas} = \left[u_{gas} \times \sum_{i=1}^{i=n}\left(c_{e,i} \times q_{mdew,i} \times \frac{1}{f}\right)\right] - \left[\left(m_{ed} \times c_d \times (1 - 1/D) \times u_{gas}\right)\right]$$

où:

$c_{e,i}$ = concentration instantanée du composant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm

c_d = concentration du composant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm

$q_{mdew,i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement dilués, en kg/s

m_{ed} = masse totale des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, en kg

u_{gas} = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité de l'air, tiré du tableau 6

D = facteur de dilution (voir point 5.4.1)

Le cas échéant, la concentration de NMHC (hydrocarbures non méthaniques) et de CH_4 est calculée par l'une des méthodes indiquées au point 3.3.4 de l'appendice 4 de la présente annexe, comme suit:

a) *méthode CG (uniquement système de dilution en circuit principal):*

$$c_{NMHC} = c_{HC} - c_{CH4}$$

b) *méthode NMC:*

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_M\right) - c_{HC(w/Cutter)}}{E_E - E_M}$$

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/Cutter)} - c_{HC(w/oCutter)} \times \left(1 - E_E\right)}{E_E - E_M}$$

où:

$c_{HC(w/Cutter)}$ = concentration de HC lorsque le gaz prélevé s'écoule à travers le NMC

▼**M1**

$c_{HC(w/oCutter)}$ = concentration de HC lorsque le gaz prélevé ne traverse pas le NMC

5.4.1. *Détermination des concentrations corrigées (uniquement système de dilution en circuit principal)*

La concentration initiale moyenne de gaz polluants dans l'air de dilution doit être soustraite des concentrations mesurées afin d'obtenir les concentrations nettes de polluants. Les valeurs moyennes des concentrations initiales peuvent être déterminées à l'aide de la méthode des sacs de prélèvement ou d'une mesure continue avec intégration. La formule suivante est utilisée:

$$c = c_e - c_d \times \left(1 - \frac{1}{D}\right)$$

où:

c_e = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm

c_d = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm

D = facteur de dilution

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

a) pour les moteurs diesel et moteurs à gaz fonctionnant au GPL:

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

b) pour les moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel:

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

où:

c_{CO2} = concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement dilués, en % vol

c_{HC} = concentration de HC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1

c_{NMHC} = concentration de NMHC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1

c_{CO} = concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués, en ppm

F_S = facteur stœchiométrique

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 5.2 de l'appendice 1 de la présente annexe.

Le facteur stœchiométrique est calculé comme suit:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2}\right)}$$

où:

α, ε sont les rapports molaires se rapportant à un carburant $C H_{\alpha} O_{\varepsilon}$

▼M1

À titre de variante, les facteurs stœchiométriques suivants peuvent être appliqués si la composition du carburant n'est pas connue:

F_S (diesel) = 13,4

F_S (GPL) = 11,6

F_S (gaz naturel) = 9,5

5.5. **Calcul des émissions spécifiques**

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit:

a) tous les composants, sauf NO_x:

$$M_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}}$$

b) NO_x:

$$M_{gas} = m_{gas} \times \frac{k_h}{W_{act}}$$

où:

W_{act} = travail du cycle effectif déterminé conformément au point 3.9.2.

5.5.1. Dans le cas d'un système de post-traitement périodique des gaz d'échappement, les émissions sont pondérées comme suit:

$$\overline{M_{Gas}} = (n1 \times \overline{M_{Gas,n1}} + n2 \times \overline{M_{Gas,n2}}) / (n1 + n2)$$

où:

n1 = nombre d'essais ETC entre deux régénérations

n2 = nombre d'essais ETC au cours d'une régénération (minimum d'un essai ETC)

$M_{gas,n2}$ = émissions au cours d'une régénération

$M_{gas,n1}$ = émissions après une régénération

6. Calcul des émissions de particules (le cas échéant)

6.1. **Évaluation des résultats**

Le filtre à particules est ramené dans la chambre de pesée une heure au plus tard après la fin de l'essai. Il est conditionné dans une boîte de Pétri partiellement couverte protégée contre la poussière pendant au moins une heure, mais pas plus de 80 heures, puis il est pesé. Le poids brut des filtres est enregistré et leur poids à vide soustrait, ce qui donne la masse m_f du prélèvement de particules. Pour évaluer la concentration de particules, la masse totale du prélèvement (m_{sep}) au travers des filtres sur l'ensemble du cycle d'essai est enregistrée.

Si une correction doit être apportée pour l'air de dilution, la masse de l'air de dilution (m_d) au travers des filtres et la masse de particules ($m_{f,d}$) doivent être enregistrées.

6.2. **Calcul du débit massique**

6.2.1. *Système de dilution en circuit principal*

La masse de particules (g/essai) est calculée comme suit:

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

▼M1

où:

m_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle, en mg

m_{sep} = masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules, en kg

m_{ed} = masse des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, en kg

Si un système de dilution double est utilisé, la masse de l'air de dilution secondaire doit être soustraite de la masse totale de gaz d'échappement doublement dilués qui a été prélevée au travers des filtres à particules.

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd}$$

où:

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

m_{ssd} = masse de l'air de dilution secondaire, en kg

Si le niveau de particules dans l'air de dilution est déterminé conformément au point 3.4, la masse de particules peut faire l'objet d'une correction initiale. Dans ce cas, la masse de particules (g/essai) est calculée comme suit:

$$m_{PT} = \left[\frac{m_f}{m_{sep}} - \left(\frac{m_{f,d}}{m_d} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000}$$

où:

m_{PT}, m_{sep}, m_{ed} = voir ci-dessus

m_d = masse de l'air de dilution primaire prélevée par le système de prélèvement des particules de l'air de dilution, en kg

$m_{f,d}$ = masse de particules collectées dans l'air de dilution primaire, en mg

D = facteur de dilution tel qu'il est déterminé au point 5.4.1.

6.2.2. *Système de dilution en dérivation*

La masse de particules (g/essai) est calculée selon l'une ou l'autre des méthodes suivantes.

a)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000}$$

où:

m_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle, en mg

m_{sep} = masse des gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules, en kg

m_{edf} = masse de l'équivalent de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, en kg

La masse totale de l'équivalent de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle est déterminée comme suit:

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

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \times r_{d,i}$$

▼**M1**

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

où:

$q_{medf,i}$ = débit massique instantané de l'équivalent de gaz d'échappement dilués, en kg/s

$q_{mew,i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement, en kg/s

$r_{d,i}$ = taux de dilution instantané

$q_{mdew,i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement dilués dans le tunnel de dilution, en kg/s

$q_{mdw,i}$ = débit massique instantané de l'air de dilution, en kg/s

f = fréquence de prélèvement, en Hz

n = nombre de mesures

b)

$$m_{PT} = \frac{m_f}{r_s \times 1000}$$

où:

m_f = masse des particules prélevée sur la durée du cycle, en mg

r_s = rapport d'échantillonnage moyen sur la durée du cycle d'essai

et:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}}$$

où:

m_{se} = masse du prélèvement sur la durée du cycle, en kg

m_{ew} = débit massique total de gaz d'échappement sur la durée du cycle, en kg

m_{sep} = masse des gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules, en kg

m_{sed} = masse des gaz d'échappement dilués passant dans le tunnel de dilution, en kg

Note: dans le cas d'un système de prélèvement total, m_{sep} et M_{sed} sont identiques.

6.3. **Calcul des émissions spécifiques**

L'émission de particules (g/kWh) est calculée de la manière suivante:

$$M_{PT} = \frac{m_{PT}}{W_{act}}$$

où:

W_{act} = travail du cycle effectif déterminé conformément au point 3.9.2, en kWh.

6.3.1. Dans le cas d'un système de post-traitement à régénération périodique, les émissions sont pondérées comme suit:

$$\overline{PT} = (n1 \times \overline{PT_{n1}} + n2 \times \overline{PT_{n2}}) / (n1 + n2)$$

▼**M1**

où:

n1 = nombre d'essais ETC entre deux régénérations

n2 = nombre d'essais ETC au cours d'une régénération (minimum d'un essai ETC)

$\overline{PT_{n2}}$ = émissions au cours d'une régénération

$\overline{PT_{n1}}$ = émissions après une régénération.

▼B

Appendice 3

PROGRAMMATION DU DYNAMOMÈTRE ACCOUPLÉ AU MOTEUR POUR L'ESSAI ETC

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0,1	1,5
17	23,1	21,5
18	12,6	28,5
19	21,8	71
20	19,7	76,8
21	54,6	80,9
22	71,3	4,9
23	55,9	18,1
24	72	85,4
25	86,7	61,8
26	51,7	0
27	53,4	48,9
28	34,2	87,6
29	45,5	92,7
30	54,6	99,5
31	64,5	96,8
32	71,7	85,4
33	79,4	54,8
34	89,7	99,4
35	57,4	0
36	59,7	30,6
37	90,1	«m»
38	82,9	«m»
39	51,3	«m»
40	28,5	«m»
41	29,3	«m»
42	26,7	«m»
43	20,4	«m»
44	14,1	0
45	6,5	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0
51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
58	0	0
59	0	0
60	0	0
61	0	0
62	25,5	11,1
63	28,5	20,9
64	32	73,9
65	4	82,3
66	34,5	80,4
67	64,1	86
68	58	0
69	50,3	83,4
70	66,4	99,1
71	81,4	99,6
72	88,7	73,4
73	52,5	0
74	46,4	58,5
75	48,6	90,9
76	55,2	99,4
77	62,3	99
78	68,4	91,5
79	74,5	73,7
80	38	0
81	41,8	89,6
82	47,1	99,2
83	52,5	99,8
84	56,9	80,8
85	58,3	11,8
86	56,2	«m»
87	52	«m»
88	43,3	«m»
89	36,1	«m»
90	27,6	«m»
91	21,1	«m»
92	8	0
93	0	0
94	0	0
95	0	0
96	0	0
97	0	0
98	0	0
99	0	0
100	0	0
101	0	0
102	0	0
103	0	0
104	0	0
105	0	0
106	0	0
107	0	0
108	11,6	14,8
109	0	0
110	27,2	74,8
111	17	76,9
112	36	78
113	59,7	86
114	80,8	17,9
115	49,7	0
116	65,6	86
117	78,6	72,2
118	64,9	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
119	44,3	«m»
120	51,4	83,4
121	58,1	97
122	69,3	99,3
123	72	20,8
124	72,1	«m»
125	65,3	«m»
126	64	«m»
127	59,7	«m»
128	52,8	«m»
129	45,9	«m»
130	38,7	«m»
131	32,4	«m»
132	27	«m»
133	21,7	«m»
134	19,1	0,4
135	34,7	14
136	16,4	48,6
137	0	11,2
138	1,2	2,1
139	30,1	19,3
140	30	73,9
141	54,4	74,4
142	77,2	55,6
143	58,1	0
144	45	82,1
145	68,7	98,1
146	85,7	67,2
147	60,2	0
148	59,4	98
149	72,7	99,6
150	79,9	45
151	44,3	0
152	41,5	84,4
153	56,2	98,2
154	65,7	99,1
155	74,4	84,7
156	54,4	0
157	47,9	89,7
158	54,5	99,5
159	62,7	96,8
160	62,3	0
161	46,2	54,2
162	44,3	83,2
163	48,2	13,3
164	51	«m»
165	50	«m»
166	49,2	«m»
167	49,3	«m»
168	49,9	«m»
169	51,6	«m»
170	49,7	«m»
171	48,5	«m»
172	50,3	72,5
173	51,1	84,5
174	54,6	64,8
175	56,6	76,5
176	58	«m»
177	53,6	«m»
178	40,8	«m»
179	32,9	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
180	26,3	«m»
181	20,9	«m»
182	10	0
183	0	0
184	0	0
185	0	0
186	0	0
187	0	0
188	0	0
189	0	0
190	0	0
191	0	0
192	0	0
193	0	0
194	0	0
195	0	0
196	0	0
197	0	0
198	0	0
199	0	0
200	0	0
201	0	0
202	0	0
203	0	0
204	0	0
205	0	0
206	0	0
207	0	0
208	0	0
209	0	0
210	0	0
211	0	0
212	0	0
213	0	0
214	0	0
215	0	0
216	0	0
217	0	0
218	0	0
219	0	0
220	0	0
221	0	0
222	0	0
223	0	0
224	0	0
225	21,2	62,7
226	30,8	75,1
227	5,9	82,7
228	34,6	80,3
229	59,9	87
230	84,3	86,2
231	68,7	«m»
232	43,6	«m»
233	41,5	85,4
234	49,9	94,3
235	60,8	99
236	70,2	99,4
237	81,1	92,4
238	49,2	0
239	56	86,2
240	56,2	99,3

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
241	61,7	99
242	69,2	99,3
243	74,1	99,8
244	72,4	8,4
245	71,3	0
246	71,2	9,1
247	67,1	«m»
248	65,5	«m»
249	64,4	«m»
250	62,9	25,6
251	62,2	35,6
252	62,9	24,4
253	58,8	«m»
254	56,9	«m»
255	54,5	«m»
256	51,7	17
257	56,2	78,7
258	59,5	94,7
259	65,5	99,1
260	71,2	99,5
261	76,6	99,9
262	79	0
263	52,9	97,5
264	53,1	99,7
265	59	99,1
266	62,2	99
267	65	99,1
268	69	83,1
269	69,9	28,4
270	70,6	12,5
271	68,9	8,4
272	69,8	9,1
273	69,6	7
274	65,7	«m»
275	67,1	«m»
276	66,7	«m»
277	65,6	«m»
278	64,5	«m»
279	62,9	«m»
280	59,3	«m»
281	54,1	«m»
282	51,3	«m»
283	47,9	«m»
284	43,6	«m»
285	39,4	«m»
286	34,7	«m»
287	29,8	«m»
288	20,9	73,4
289	36,9	«m»
290	35,5	«m»
291	20,9	«m»
292	49,7	11,9
293	42,5	«m»
294	32	«m»
295	23,6	«m»
296	19,1	0
297	15,7	73,5
298	25,1	76,8
299	34,5	81,4
300	44,1	87,4
301	52,8	98,6

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
302	63,6	99
303	73,6	99,7
304	62,2	«m»
305	29,2	«m»
306	46,4	22
307	47,3	13,8
308	47,2	12,5
309	47,9	11,5
310	47,8	35,5
311	49,2	83,3
312	52,7	96,4
313	57,4	99,2
314	61,8	99
315	66,4	60,9
316	65,8	«m»
317	59	«m»
318	50,7	«m»
319	41,8	«m»
320	34,7	«m»
321	28,7	«m»
322	25,2	«m»
323	43	24,8
324	38,7	0
325	48,1	31,9
326	40,3	61
327	42,4	52,1
328	46,4	47,7
329	46,9	30,7
330	46,1	23,1
331	45,7	23,2
332	45,5	31,9
333	46,4	73,6
334	51,3	60,7
335	51,3	51,1
336	53,2	46,8
337	53,9	50
338	53,4	52,1
339	53,8	45,7
340	50,6	22,1
341	47,8	26
342	41,6	17,8
343	38,7	29,8
344	35,9	71,6
345	34,6	47,3
346	34,8	80,3
347	35,9	87,2
348	38,8	90,8
349	41,5	94,7
350	47,1	99,2
351	53,1	99,7
352	46,4	0
353	42,5	0,7
354	43,6	58,6
355	47,1	87,5
356	54,1	99,5
357	62,9	99
358	72,6	99,6
359	82,4	99,5
360	88	99,4
361	46,4	0
362	53,4	95,2

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
363	58,4	99,2
364	61,5	99
365	64,8	99
366	68,1	99,2
367	73,4	99,7
368	73,3	29,8
369	73,5	14,6
370	68,3	0
371	45,4	49,9
372	47,2	75,7
373	44,5	9
374	47,8	10,3
375	46,8	15,9
376	46,9	12,7
377	46,8	8,9
378	46,1	6,2
379	46,1	«m»
380	45,5	«m»
381	44,7	«m»
382	43,8	«m»
383	41	«m»
384	41,1	6,4
385	38	6,3
386	35,9	0,3
387	33,5	0
388	53,1	48,9
389	48,3	«m»
390	49,9	«m»
391	48	«m»
392	45,3	«m»
393	41,6	3,1
394	44,3	79
395	44,3	89,5
396	43,4	98,8
397	44,3	98,9
398	43	98,8
399	42,2	98,8
400	42,7	98,8
401	45	99
402	43,6	98,9
403	42,2	98,8
404	44,8	99
405	43,4	98,8
406	45	99
407	42,2	54,3
408	61,2	31,9
409	56,3	72,3
410	59,7	99,1
411	62,3	99
412	67,9	99,2
413	69,5	99,3
414	73,1	99,7
415	77,7	99,8
416	79,7	99,7
417	82,5	99,5
418	85,3	99,4
419	86,6	99,4
420	89,4	99,4
421	62,2	0
422	52,7	96,4
423	50,2	99,8

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
424	49,3	99,6
425	52,2	99,8
426	51,3	100
427	51,3	100
428	51,1	100
429	51,1	100
430	51,8	99,9
431	51,3	100
432	51,1	100
433	51,3	100
434	52,3	99,8
435	52,9	99,7
436	53,8	99,6
437	51,7	99,9
438	53,5	99,6
439	52	99,8
440	51,7	99,9
441	53,2	99,7
442	54,2	99,5
443	55,2	99,4
444	53,8	99,6
445	53,1	99,7
446	55	99,4
447	57	99,2
448	61,5	99
449	59,4	5,7
450	59	0
451	57,3	59,8
452	64,1	99
453	70,9	90,5
454	58	0
455	41,5	59,8
456	44,1	92,6
457	46,8	99,2
458	47,2	99,3
459	51	100
460	53,2	99,7
461	53,1	99,7
462	55,9	53,1
463	53,9	13,9
464	52,5	«m»
465	51,7	«m»
466	51,5	52,2
467	52,8	80
468	54,9	95
469	57,3	99,2
470	60,7	99,1
471	62,4	«m»
472	60,1	«m»
473	53,2	«m»
474	44	«m»
475	35,2	«m»
476	30,5	«m»
477	26,5	«m»
478	22,5	«m»
479	20,4	«m»
480	19,1	«m»
481	19,1	«m»
482	13,4	«m»
483	6,7	«m»
484	3,2	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
485	14,3	63,8
486	34,1	0
487	23,9	75,7
488	31,7	79,2
489	32,1	19,4
490	35,9	5,8
491	36,6	0,8
492	38,7	«m»
493	38,4	«m»
494	39,4	«m»
495	39,7	«m»
496	40,5	«m»
497	40,8	«m»
498	39,7	«m»
499	39,2	«m»
500	38,7	«m»
501	32,7	«m»
502	30,1	«m»
503	21,9	«m»
504	12,8	0
505	0	0
506	0	0
507	0	0
508	0	0
509	0	0
510	0	0
511	0	0
512	0	0
513	0	0
514	30,5	25,6
515	19,7	56,9
516	16,3	45,1
517	27,2	4,6
518	21,7	1,3
519	29,7	28,6
520	36,6	73,7
521	61,3	59,5
522	40,8	0
523	36,6	27,8
524	39,4	80,4
525	51,3	88,9
526	58,5	11,1
527	60,7	«m»
528	54,5	«m»
529	51,3	«m»
530	45,5	«m»
531	40,8	«m»
532	38,9	«m»
533	36,6	«m»
534	36,1	72,7
535	44,8	78,9
536	51,6	91,1
537	59,1	99,1
538	66	99,1
539	75,1	99,9
540	81	8
541	39,1	0
542	53,8	89,7
543	59,7	99,1
544	64,8	99
545	70,6	96,1

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
546	72,6	19,6
547	72	6,3
548	68,9	0,1
549	67,7	«m»
550	66,8	«m»
551	64,3	16,9
552	64,9	7
553	63,6	12,5
554	63	7,7
555	64,4	38,2
556	63	11,8
557	63,6	0
558	63,3	5
559	60,1	9,1
560	61	8,4
561	59,7	0,9
562	58,7	«m»
563	56	«m»
564	53,9	«m»
565	52,1	«m»
566	49,9	«m»
567	46,4	«m»
568	43,6	«m»
569	40,8	«m»
570	37,5	«m»
571	27,8	«m»
572	17,1	0,6
573	12,2	0,9
574	11,5	1,1
575	8,7	0,5
576	8	0,9
577	5,3	0,2
578	4	0
579	3,9	0
580	0	0
581	0	0
582	0	0
583	0	0
584	0	0
585	0	0
586	0	0
587	8,7	22,8
588	16,2	49,4
589	23,6	56
590	21,1	56,1
591	23,6	56
592	46,2	68,8
593	68,4	61,2
594	58,7	«m»
595	31,6	«m»
596	19,9	8,8
597	32,9	70,2
598	43	79
599	57,4	98,9
600	72,1	73,8
601	53	0
602	48,1	86
603	56,2	99
604	65,4	98,9
605	72,9	99,7
606	67,5	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
607	39	«m»
608	41,9	38,1
609	44,1	80,4
610	46,8	99,4
611	48,7	99,9
612	50,5	99,7
613	52,5	90,3
614	51	1,8
615	50	«m»
616	49,1	«m»
617	47	«m»
618	43,1	«m»
619	39,2	«m»
620	40,6	0,5
621	41,8	53,4
622	44,4	65,1
623	48,1	67,8
624	53,8	99,2
625	58,6	98,9
626	63,6	98,8
627	68,5	99,2
628	72,2	89,4
629	77,1	0
630	57,8	79,1
631	60,3	98,8
632	61,9	98,8
633	63,8	98,8
634	64,7	98,9
635	65,4	46,5
636	65,7	44,5
637	65,6	3,5
638	49,1	0
639	50,4	73,1
640	50,5	«m»
641	51	«m»
642	49,4	«m»
643	49,2	«m»
644	48,6	«m»
645	47,5	«m»
646	46,5	«m»
647	46	11,3
648	45,6	42,8
649	47,1	83
650	46,2	99,3
651	47,9	99,7
652	49,5	99,9
653	50,6	99,7
654	51	99,6
655	53	99,3
656	54,9	99,1
657	55,7	99
658	56	99
659	56,1	9,3
660	55,6	«m»
661	55,4	«m»
662	54,9	51,3
663	54,9	59,8
664	54	39,3
665	53,8	«m»
666	52	«m»
667	50,4	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
668	50,6	0
669	49,3	41,7
670	50	73,2
671	50,4	99,7
672	51,9	99,5
673	53,6	99,3
674	54,6	99,1
675	56	99
676	55,8	99
677	58,4	98,9
678	59,9	98,8
679	60,9	98,8
680	63	98,8
681	64,3	98,9
682	64,8	64
683	65,9	46,5
684	66,2	28,7
685	65,2	1,8
686	65	6,8
687	63,6	53,6
688	62,4	82,5
689	61,8	98,8
690	59,8	98,8
691	59,2	98,8
692	59,7	98,8
693	61,2	98,8
694	62,2	49,4
695	62,8	37,2
696	63,5	46,3
697	64,7	72,3
698	64,7	72,3
699	65,4	77,4
700	66,1	69,3
701	64,3	«m»
702	64,3	«m»
703	63	«m»
704	62,2	«m»
705	61,6	«m»
706	62,4	«m»
707	62,2	«m»
708	61	«m»
709	58,7	«m»
710	55,5	«m»
711	51,7	«m»
712	49,2	«m»
713	48,8	40,4
714	47,9	«m»
715	46,2	«m»
716	45,6	9,8
717	45,6	34,5
718	45,5	37,1
719	43,8	«m»
720	41,9	«m»
721	41,3	«m»
722	41,4	«m»
723	41,2	«m»
724	41,8	«m»
725	41,8	«m»
726	43,2	17,4
727	45	29
728	44,2	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
729	43,9	«m»
730	38	10,7
731	56,8	«m»
732	57,1	«m»
733	52	«m»
734	44,4	«m»
735	40,2	«m»
736	39,2	16,5
737	38,9	73,2
738	39,9	89,8
739	42,3	98,6
740	43,7	98,8
741	45,5	99,1
742	45,6	99,2
743	48,1	99,7
744	49	100
745	49,8	99,9
746	49,8	99,9
747	51,9	99,5
748	52,3	99,4
749	53,3	99,3
750	52,9	99,3
751	54,3	99,2
752	55,5	99,1
753	56,7	99
754	61,7	98,8
755	64,3	47,4
756	64,7	1,8
757	66,2	«m»
758	49,1	«m»
759	52,1	46
760	52,6	61
761	52,9	0
762	52,3	20,4
763	54,2	56,7
764	55,4	59,8
765	56,1	49,2
766	56,8	33,7
767	57,2	96
768	58,6	98,9
769	59,5	98,8
770	61,2	98,8
771	62,1	98,8
772	62,7	98,8
773	62,8	98,8
774	64	98,9
775	63,2	46,3
776	62,4	«m»
777	60,3	«m»
778	58,7	«m»
779	57,2	«m»
780	56,1	«m»
781	56	9,3
782	55,2	26,3
783	54,8	42,8
784	55,7	47,1
785	56,6	52,4
786	58	50,3
787	58,6	20,6
788	58,7	«m»
789	59,3	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
790	58,6	«m»
791	60,5	9,7
792	59,2	9,6
793	59,9	9,6
794	59,6	9,6
795	59,9	6,2
796	59,9	9,6
797	60,5	13,1
798	60,3	20,7
799	59,9	31
800	60,5	42
801	61,5	52,5
802	60,9	51,4
803	61,2	57,7
804	62,8	98,8
805	63,4	96,1
806	64,6	45,4
807	64,1	5
808	63	3,2
809	62,7	14,9
810	63,5	35,8
811	64,1	73,3
812	64,3	37,4
813	64,1	21
814	63,7	21
815	62,9	18
816	62,4	32,7
817	61,7	46,2
818	59,8	45,1
819	57,4	43,9
820	54,8	42,8
821	54,3	65,2
822	52,9	62,1
823	52,4	30,6
824	50,4	«m»
825	48,6	«m»
826	47,9	«m»
827	46,8	«m»
828	46,9	9,4
829	49,5	41,7
830	50,5	37,8
831	52,3	20,4
832	54,1	30,7
833	56,3	41,8
834	58,7	26,5
835	57,3	«m»
836	59	«m»
837	59,8	«m»
838	60,3	«m»
839	61,2	«m»
840	61,8	«m»
841	62,5	«m»
842	62,4	«m»
843	61,5	«m»
844	63,7	«m»
845	61,9	«m»
846	61,6	29,7
847	60,3	«m»
848	59,2	«m»
849	57,3	«m»
850	52,3	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
851	49,3	«m»
852	47,3	«m»
853	46,3	38,8
854	46,8	35,1
855	46,6	«m»
856	44,3	«m»
857	43,1	«m»
858	42,4	2,1
859	41,8	2,4
860	43,8	68,8
861	44,6	89,2
862	46	99,2
863	46,9	99,4
864	47,9	99,7
865	50,2	99,8
866	51,2	99,6
867	52,3	99,4
868	53	99,3
869	54,2	99,2
870	55,5	99,1
871	56,7	99
872	57,3	98,9
873	58	98,9
874	60,5	31,1
875	60,2	«m»
876	60,3	«m»
877	60,5	6,3
878	61,4	19,3
879	60,3	1,2
880	60,5	2,9
881	61,2	34,1
882	61,6	13,2
883	61,5	16,4
884	61,2	16,4
885	61,3	«m»
886	63,1	«m»
887	63,2	4,8
888	62,3	22,3
889	62	38,5
890	61,6	29,6
891	61,6	26,6
892	61,8	28,1
893	62	29,6
894	62	16,3
895	61,1	«m»
896	61,2	«m»
897	60,7	19,2
898	60,7	32,5
899	60,9	17,8
900	60,1	19,2
901	59,3	38,2
902	59,9	45
903	59,4	32,4
904	59,2	23,5
905	59,5	40,8
906	58,3	«m»
907	58,2	«m»
908	57,6	«m»
909	57,1	«m»
910	57	0,6
911	57	26,3

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
912	56,5	29,2
913	56,3	20,5
914	56,1	«m»
915	55,2	«m»
916	54,7	17,5
917	55,2	29,2
918	55,2	29,2
919	55,9	16
920	55,9	26,3
921	56,1	36,5
922	55,8	19
923	55,9	9,2
924	55,8	21,9
925	56,4	42,8
926	56,4	38
927	56,4	11
928	56,4	35,1
929	54	7,3
930	53,4	5,4
931	52,3	27,6
932	52,1	32
933	52,3	33,4
934	52,2	34,9
935	52,8	60,1
936	53,7	69,7
937	54	70,7
938	55,1	71,7
939	55,2	46
940	54,7	12,6
941	52,5	0
942	51,8	24,7
943	51,4	43,9
944	50,9	71,1
945	51,2	76,8
946	50,3	87,5
947	50,2	99,8
948	50,9	100
949	49,9	99,7
950	50,9	100
951	49,8	99,7
952	50,4	99,8
953	50,4	99,8
954	49,7	99,7
955	51	100
956	50,3	99,8
957	50,2	99,8
958	49,9	99,7
959	50,9	100
960	50	99,7
961	50,2	99,8
962	50,2	99,8
963	49,9	99,7
964	50,4	99,8
965	50,2	99,8
966	50,3	99,8
967	49,9	99,7
968	51,1	100
969	50,6	99,9
970	49,9	99,7
971	49,6	99,6
972	49,4	99,6

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
973	49	99,5
974	49,8	99,7
975	50,9	100
976	50,4	99,8
977	49,8	99,7
978	49,1	99,5
979	50,4	99,8
980	49,8	99,7
981	49,3	99,5
982	49,1	99,5
983	49,9	99,7
984	49,1	99,5
985	50,4	99,8
986	50,9	100
987	51,4	99,9
988	51,5	99,9
989	52,2	99,7
990	52,8	74,1
991	53,3	46
992	53,6	36,4
993	53,4	33,5
994	53,9	58,9
995	55,2	73,8
996	55,8	52,4
997	55,7	9,2
998	55,8	2,2
999	56,4	33,6
1000	55,4	«m»
1001	55,2	«m»
1002	55,8	26,3
1003	55,8	23,3
1004	56,4	50,2
1005	57,6	68,3
1006	58,8	90,2
1007	59,9	98,9
1008	62,3	98,8
1009	63,1	74,4
1010	63,7	49,4
1011	63,3	9,8
1012	48	0
1013	47,9	73,5
1014	49,9	99,7
1015	49,9	48,8
1016	49,6	2,3
1017	49,9	«m»
1018	49,3	«m»
1019	49,7	47,5
1020	49,1	«m»
1021	49,4	«m»
1022	48,3	«m»
1023	49,4	«m»
1024	48,5	«m»
1025	48,7	«m»
1026	48,7	«m»
1027	49,1	«m»
1028	49	«m»
1029	49,8	«m»
1030	48,7	«m»
1031	48,5	«m»
1032	49,3	31,3
1033	49,7	45,3

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1034	48,3	44,5
1035	49,8	61
1036	49,4	64,3
1037	49,8	64,4
1038	50,5	65,6
1039	50,3	64,5
1040	51,2	82,9
1041	50,5	86
1042	50,6	89
1043	50,4	81,4
1044	49,9	49,9
1045	49,1	20,1
1046	47,9	24
1047	48,1	36,2
1048	47,5	34,5
1049	46,9	30,3
1050	47,7	53,5
1051	46,9	61,6
1052	46,5	73,6
1053	48	84,6
1054	47,2	87,7
1055	48,7	80
1056	48,7	50,4
1057	47,8	38,6
1058	48,8	63,1
1059	47,4	5
1060	47,3	47,4
1061	47,3	49,8
1062	46,9	23,9
1063	46,7	44,6
1064	46,8	65,2
1065	46,9	60,4
1066	46,7	61,5
1067	45,5	«m»
1068	45,5	«m»
1069	44,2	«m»
1070	43	«m»
1071	42,5	«m»
1072	41	«m»
1073	39,9	«m»
1074	39,9	38,2
1075	40,1	48,1
1076	39,9	48
1077	39,4	59,3
1078	43,8	19,8
1079	52,9	0
1080	52,8	88,9
1081	53,4	99,5
1082	54,7	99,3
1083	56,3	99,1
1084	57,5	99
1085	59	98,9
1086	59,8	98,9
1087	60,1	98,9
1088	61,8	48,3
1089	61,8	55,6
1090	61,7	59,8
1091	62	55,6
1092	62,3	29,6
1093	62	19,3
1094	61,3	7,9

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1095	61,1	19,2
1096	61,2	43
1097	61,1	59,7
1098	61,1	98,8
1099	61,3	98,8
1100	61,3	26,6
1101	60,4	«m»
1102	58,8	«m»
1103	57,7	«m»
1104	56	«m»
1105	54,7	«m»
1106	53,3	«m»
1107	52,6	23,2
1108	53,4	84,2
1109	53,9	99,4
1110	54,9	99,3
1111	55,8	99,2
1112	57,1	99
1113	56,5	99,1
1114	58,9	98,9
1115	58,7	98,9
1116	59,8	98,9
1117	61	98,8
1118	60,7	19,2
1119	59,4	«m»
1120	57,9	«m»
1121	57,6	«m»
1122	56,3	«m»
1123	55	«m»
1124	53,7	«m»
1125	52,1	«m»
1126	51,1	«m»
1127	49,7	25,8
1128	49,1	46,1
1129	48,7	46,9
1130	48,2	46,7
1131	48	70
1132	48	70
1133	47,2	67,6
1134	47,3	67,6
1135	46,6	74,7
1136	47,4	13
1137	46,3	«m»
1138	45,4	«m»
1139	45,5	24,8
1140	44,8	73,8
1141	46,6	99
1142	46,3	98,9
1143	48,5	99,4
1144	49,9	99,7
1145	49,1	99,5
1146	49,1	99,5
1147	51	100
1148	51,5	99,9
1149	50,9	100
1150	51,6	99,9
1151	52,1	99,7
1152	50,9	100
1153	52,2	99,7
1154	51,5	98,3
1155	51,5	47,2

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1156	50,8	78,4
1157	50,3	83
1158	50,3	31,7
1159	49,3	31,3
1160	48,8	21,5
1161	47,8	59,4
1162	48,1	77,1
1163	48,4	87,6
1164	49,6	87,5
1165	51	81,4
1166	51,6	66,7
1167	53,3	63,2
1168	55,2	62
1169	55,7	43,9
1170	56,4	30,7
1171	56,8	23,4
1172	57	«m»
1173	57,6	«m»
1174	56,9	«m»
1175	56,4	4
1176	57	23,4
1177	56,4	41,7
1178	57	49,2
1179	57,7	56,6
1180	58,6	56,6
1181	58,9	64
1182	59,4	68,2
1183	58,8	71,4
1184	60,1	71,3
1185	60,6	79,1
1186	60,7	83,3
1187	60,7	77,1
1188	60	73,5
1189	60,2	55,5
1190	59,7	54,4
1191	59,8	73,3
1192	59,8	77,9
1193	59,8	73,9
1194	60	76,5
1195	59,5	82,3
1196	59,9	82,8
1197	59,8	65,8
1198	59	48,6
1199	58,9	62,2
1200	59,1	70,4
1201	58,9	62,1
1202	58,4	67,4
1203	58,7	58,9
1204	58,3	57,7
1205	57,5	57,8
1206	57,2	57,6
1207	57,1	42,6
1208	57	70,1
1209	56,4	59,6
1210	56,7	39
1211	55,9	68,1
1212	56,3	79,1
1213	56,7	89,7
1214	56	89,4
1215	56	93,1
1216	56,4	93,1

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1217	56,7	94,4
1218	56,9	94,8
1219	57	94,1
1220	57,7	94,3
1221	57,5	93,7
1222	58,4	93,2
1223	58,7	93,2
1224	58,2	93,7
1225	58,5	93,1
1226	58,8	86,2
1227	59	72,9
1228	58,2	59,9
1229	57,6	8,5
1230	57,1	47,6
1231	57,2	74,4
1232	57	79,1
1233	56,7	67,2
1234	56,8	69,1
1235	56,9	71,3
1236	57	77,3
1237	57,4	78,2
1238	57,3	70,6
1239	57,7	64
1240	57,5	55,6
1241	58,6	49,6
1242	58,2	41,1
1243	58,8	40,6
1244	58,3	21,1
1245	58,7	24,9
1246	59,1	24,8
1247	58,6	«m»
1248	58,8	«m»
1249	58,8	«m»
1250	58,7	«m»
1251	59,1	«m»
1252	59,1	«m»
1253	59,4	«m»
1254	60,6	2,6
1255	59,6	«m»
1256	60,1	«m»
1257	60,6	«m»
1258	59,6	4,1
1259	60,7	7,1
1260	60,5	«m»
1261	59,7	«m»
1262	59,6	«m»
1263	59,8	«m»
1264	59,6	4,9
1265	60,1	5,9
1266	59,9	6,1
1267	59,7	«m»
1268	59,6	«m»
1269	59,7	22
1270	59,8	10,3
1271	59,9	10
1272	60,6	6,2
1273	60,5	7,3
1274	60,2	14,8
1275	60,6	8,2
1276	60,6	5,5
1277	61	14,3

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1278	61	12
1279	61,3	34,2
1280	61,2	17,1
1281	61,5	15,7
1282	61	9,5
1283	61,1	9,2
1284	60,5	4,3
1285	60,2	7,8
1286	60,2	5,9
1287	60,2	5,3
1288	59,9	4,6
1289	59,4	21,5
1290	59,6	15,8
1291	59,3	10,1
1292	58,9	9,4
1293	58,8	9
1294	58,9	35,4
1295	58,9	30,7
1296	58,9	25,9
1297	58,7	22,9
1298	58,7	24,4
1299	59,3	61
1300	60,1	56
1301	60,5	50,6
1302	59,5	16,2
1303	59,7	50
1304	59,7	31,4
1305	60,1	43,1
1306	60,8	38,4
1307	60,9	40,2
1308	61,3	49,7
1309	61,8	45,9
1310	62	45,9
1311	62,2	45,8
1312	62,6	46,8
1313	62,7	44,3
1314	62,9	44,4
1315	63,1	43,7
1316	63,5	46,1
1317	63,6	40,7
1318	64,3	49,5
1319	63,7	27
1320	63,8	15
1321	63,6	18,7
1322	63,4	8,4
1323	63,2	8,7
1324	63,3	21,6
1325	62,9	19,7
1326	63	22,1
1327	63,1	20,3
1328	61,8	19,1
1329	61,6	17,1
1330	61	0
1331	61,2	22
1332	60,8	40,3
1333	61,1	34,3
1334	60,7	16,1
1335	60,6	16,6
1336	60,5	18,5
1337	60,6	29,8
1338	60,9	19,5

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1339	60,9	22,3
1340	61,4	35,8
1341	61,3	42,9
1342	61,5	31
1343	61,3	19,2
1344	61	9,3
1345	60,8	44,2
1346	60,9	55,3
1347	61,2	56
1348	60,9	60,1
1349	60,7	59,1
1350	60,9	56,8
1351	60,7	58,1
1352	59,6	78,4
1353	59,6	84,6
1354	59,4	66,6
1355	59,3	75,5
1356	58,9	49,6
1357	59,1	75,8
1358	59	77,6
1359	59	67,8
1360	59	56,7
1361	58,8	54,2
1362	58,9	59,6
1363	58,9	60,8
1364	59,3	56,1
1365	58,9	48,5
1366	59,3	42,9
1367	59,4	41,4
1368	59,6	38,9
1369	59,4	32,9
1370	59,3	30,6
1371	59,4	30
1372	59,4	25,3
1373	58,8	18,6
1374	59,1	18
1375	58,5	10,6
1376	58,8	10,5
1377	58,5	8,2
1378	58,7	13,7
1379	59,1	7,8
1380	59,1	6
1381	59,1	6
1382	59,4	13,1
1383	59,7	22,3
1384	60,7	10,5
1385	59,8	9,8
1386	60,2	8,8
1387	59,9	8,7
1388	61	9,1
1389	60,6	28,2
1390	60,6	22
1391	59,6	23,2
1392	59,6	19
1393	60,6	38,4

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1394	59,8	41,6
1395	60	47,3
1396	60,5	55,4
1397	60,9	58,7
1398	61,3	37,9
1399	61,2	38,3
1400	61,4	58,7
1401	61,3	51,3
1402	61,4	71,1
1403	61,1	51
1404	61,5	56,6
1405	61	60,6
1406	61,1	75,4
1407	61,4	69,4
1408	61,6	69,9
1409	61,7	59,6
1410	61,8	54,8
1411	61,6	53,6
1412	61,3	53,5
1413	61,3	52,9
1414	61,2	54,1
1415	61,3	53,2
1416	61,2	52,2
1417	61,2	52,3
1418	61	48
1419	60,9	41,5
1420	61	32,2
1421	60,7	22
1422	60,7	23,3
1423	60,8	38,8
1424	61	40,7
1425	61	30,6
1426	61,3	62,6
1427	61,7	55,9
1428	62,3	43,4
1429	62,3	37,4
1430	62,3	35,7
1431	62,8	34,4
1432	62,8	31,5
1433	62,9	31,7
1434	62,9	29,9
1435	62,8	29,4
1436	62,7	28,7
1437	61,5	14,7
1438	61,9	17,2
1439	61,5	6,1
1440	61	9,9
1441	60,9	4,8
1442	60,6	11,1
1443	60,3	6,9
1444	60,8	7
1445	60,2	9,2
1446	60,5	21,7
1447	60,2	22,4
1448	60,7	31,6

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1449	60,9	28,9
1450	59,6	21,7
1451	60,2	18
1452	59,5	16,7
1453	59,8	15,7
1454	59,6	15,7
1455	59,3	15,7
1456	59	7,5
1457	58,8	7,1
1458	58,7	16,5
1459	59,2	50,7
1460	59,7	60,2
1461	60,4	44
1462	60,2	35,3
1463	60,4	17,1
1464	59,9	13,5
1465	59,9	12,8
1466	59,6	14,8
1467	59,4	15,9
1468	59,4	22
1469	60,4	38,4
1470	59,5	38,8
1471	59,3	31,9
1472	60,9	40,8
1473	60,7	39
1474	60,9	30,1
1475	61	29,3
1476	60,6	28,4
1477	60,9	36,3
1478	60,8	30,5
1479	60,7	26,7
1480	60,1	4,7
1481	59,9	0
1482	60,4	36,2
1483	60,7	32,5
1484	59,9	3,1
1485	59,7	«m»
1486	59,5	«m»
1487	59,2	«m»
1488	58,8	0,6
1489	58,7	«m»
1490	58,7	«m»
1491	57,9	«m»
1492	58,2	«m»
1493	57,6	«m»
1494	58,3	9,5
1495	57,2	6
1496	57,4	27,3
1497	58,3	59,9
1498	58,3	7,3
1499	58,8	21,7
1500	58,8	38,9
1501	59,4	26,2
1502	59,1	25,5
1503	59,1	26
1504	59	39,1

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1505	59,5	52,3
1506	59,4	31
1507	59,4	27
1508	59,4	29,8
1509	59,4	23,1
1510	58,9	16
1511	59	31,5
1512	58,8	25,9
1513	58,9	40,2
1514	58,8	28,4
1515	58,9	38,9
1516	59,1	35,3
1517	58,8	30,3
1518	59	19
1519	58,7	3
1520	57,9	0
1521	58	2,4
1522	57,1	«m»
1523	56,7	«m»
1524	56,7	5,3
1525	56,6	2,1
1526	56,8	«m»
1527	56,3	«m»
1528	56,3	«m»
1529	56	«m»
1530	56,7	«m»
1531	56,6	3,8
1532	56,9	«m»
1533	56,9	«m»
1534	57,4	«m»
1535	57,4	«m»
1536	58,3	13,9
1537	58,5	«m»
1538	59,1	«m»
1539	59,4	«m»
1540	59,6	«m»
1541	59,5	«m»
1542	59,6	0,5
1543	59,3	9,2
1544	59,4	11,2
1545	59,1	26,8
1546	59	11,7
1547	58,8	6,4
1548	58,7	5
1549	57,5	«m»
1550	57,4	«m»
1551	57,1	1,1
1552	57,1	0
1553	57	4,5
1554	57,1	3,7
1555	57,3	3,3
1556	57,3	16,8
1557	58,2	29,3
1558	58,7	12,5
1559	58,3	12,2
1560	58,6	12,7
1561	59	13,6
1562	59,8	21,9
1563	59,3	20,9
1564	59,7	19,2
1565	60,1	15,9

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1566	60,7	16,7
1567	60,7	18,1
1568	60,7	40,6
1569	60,7	59,7
1570	61,1	66,8
1571	61,1	58,8
1572	60,8	64,7
1573	60,1	63,6
1574	60,7	83,2
1575	60,4	82,2
1576	60	80,5
1577	59,9	78,7
1578	60,8	67,9
1579	60,4	57,7
1580	60,2	60,6
1581	59,6	72,7
1582	59,9	73,6
1583	59,8	74,1
1584	59,6	84,6
1585	59,4	76,1
1586	60,1	76,9
1587	59,5	84,6
1588	59,8	77,5
1589	60,6	67,9
1590	59,3	47,3
1591	59,3	43,1
1592	59,4	38,3
1593	58,7	38,2
1594	58,8	39,2
1595	59,1	67,9
1596	59,7	60,5
1597	59,5	32,9
1598	59,6	20
1599	59,6	34,4
1600	59,4	23,9
1601	59,6	15,7
1602	59,9	41
1603	60,5	26,3
1604	59,6	14
1605	59,7	21,2
1606	60,9	19,6
1607	60,1	34,3
1608	59,9	27
1609	60,8	25,6
1610	60,6	26,3
1611	60,9	26,1
1612	61,1	38
1613	61,2	31,6
1614	61,4	30,6
1615	61,7	29,6
1616	61,5	28,8
1617	61,7	27,8
1618	62,2	20,3
1619	61,4	19,6
1620	61,8	19,7

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1621	61,8	18,7
1622	61,6	17,7
1623	61,7	8,7
1624	61,7	1,4
1625	61,7	5,9
1626	61,2	8,1
1627	61,9	45,8
1628	61,4	31,5
1629	61,7	22,3
1630	62,4	21,7
1631	62,8	21,9
1632	62,2	22,2
1633	62,5	31
1634	62,3	31,3
1635	62,6	31,7
1636	62,3	22,8
1637	62,7	12,6
1638	62,2	15,2
1639	61,9	32,6
1640	62,5	23,1
1641	61,7	19,4
1642	61,7	10,8
1643	61,6	10,2
1644	61,4	«m»
1645	60,8	«m»
1646	60,7	«m»
1647	61	12,4
1648	60,4	5,3
1649	61	13,1
1650	60,7	29,6
1651	60,5	28,9
1652	60,8	27,1
1653	61,2	27,3
1654	60,9	20,6
1655	61,1	13,9
1656	60,7	13,4
1657	61,3	26,1
1658	60,9	23,7
1659	61,4	32,1
1660	61,7	33,5
1661	61,8	34,1
1662	61,7	17
1663	61,7	2,5
1664	61,5	5,9
1665	61,3	14,9
1666	61,5	17,2
1667	61,1	«m»
1668	61,4	«m»
1669	61,4	8,8
1670	61,3	8,8
1671	61	18
1672	61,5	13
1673	61	3,7
1674	60,9	3,1
1675	60,9	4,7
1676	60,6	4,1
1677	60,6	6,7
1678	60,6	12,8
1679	60,7	11,9
1680	60,6	12,4
1681	60,1	12,4

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1682	60,5	12
1683	60,4	11,8
1684	59,9	12,4
1685	59,6	12,4
1686	59,6	9,1
1687	59,9	0
1688	59,9	20,4
1689	59,8	4,4
1690	59,4	3,1
1691	59,5	26,3
1692	59,6	20,1
1693	59,4	35
1694	60,9	22,1
1695	60,5	12,2
1696	60,1	11
1697	60,1	8,2
1698	60,5	6,7
1699	60	5,1
1700	60	5,1
1701	60	9
1702	60,1	5,7
1703	59,9	8,5
1704	59,4	6
1705	59,5	5,5
1706	59,5	14,2
1707	59,5	6,2
1708	59,4	10,3
1709	59,6	13,8
1710	59,5	13,9
1711	60,1	18,9
1712	59,4	13,1
1713	59,8	5,4
1714	59,9	2,9
1715	60,1	7,1
1716	59,6	12
1717	59,6	4,9
1718	59,4	22,7
1719	59,6	22
1720	60,1	17,4
1721	60,2	16,6
1722	59,4	28,6
1723	60,3	22,4
1724	59,9	20
1725	60,2	18,6
1726	60,3	11,9
1727	60,4	11,6
1728	60,6	10,6
1729	60,8	16
1730	60,9	17
1731	60,9	16,1
1732	60,7	11,4
1733	60,9	11,3
1734	61,1	11,2
1735	61,1	25,6
1736	61	14,6
1737	61	10,4
1738	60,6	«m»
1739	60,9	«m»
1740	60,8	4,8
1741	59,9	«m»
1742	59,8	«m»

▼B

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1743	59,1	«m»
1744	58,8	«m»
1745	58,8	«m»
1746	58,2	«m»
1747	58,5	14,3
1748	57,5	4,4
1749	57,9	0
1750	57,8	20,9
1751	58,3	9,2
1752	57,8	8,2
1753	57,5	15,3
1754	58,4	38
1755	58,1	15,4
1756	58,8	11,8
1757	58,3	8,1
1758	58,3	5,5
1759	59	4,1
1760	58,2	4,9
1761	57,9	10,1
1762	58,5	7,5
1763	57,4	7
1764	58,2	6,7
1765	58,2	6,6
1766	57,3	17,3
1767	58	11,4
1768	57,5	47,4
1769	57,4	28,8
1770	58,8	24,3
1771	57,7	25,5
1772	58,4	35,5
1773	58,4	29,3
1774	59	33,8
1775	59	18,7
1776	58,8	9,8
1777	58,8	23,9
1778	59,1	48,2
1779	59,4	37,2
1780	59,6	29,1
1781	50	25
1782	40	20
1783	30	15
1784	20	10
1785	10	5
1786	0	0
1787	0	0
1788	0	0
1789	0	0
1790	0	0
1791	0	0
1792	0	0
1793	0	0
1794	0	0
1795	0	0
1796	0	0
1797	0	0
1798	0	0
1799	0	0
1800	0	0

«m» = moteur entraîné.

▼B

La figure 5 contient une représentation graphique de la programmation du dynamomètre pour l'essai ETC.

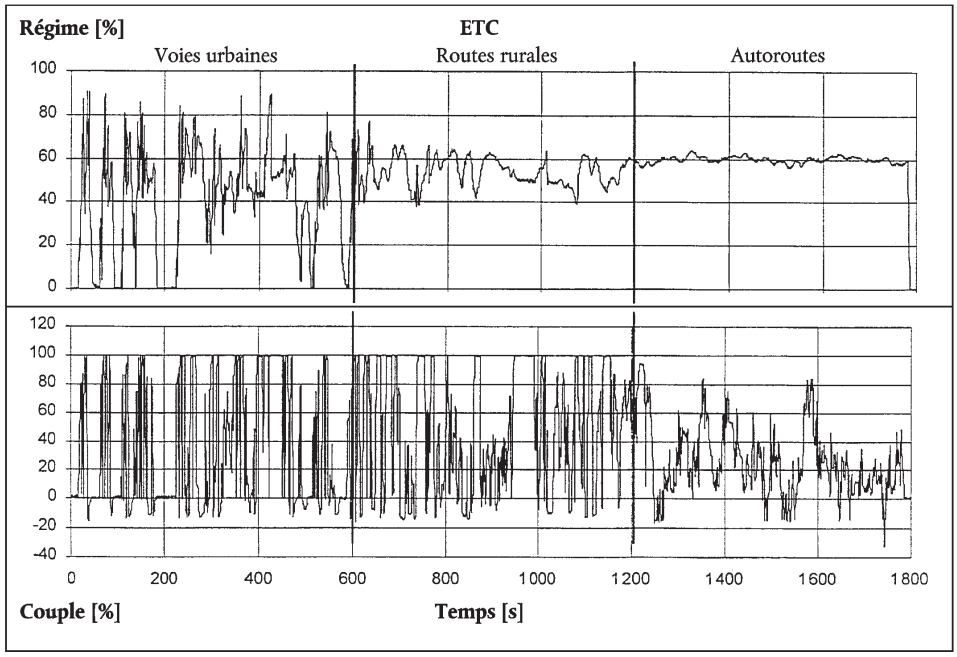


Figure 5

Programmation du dynamomètre pour l'essai ETC

▼B

Appendice 4

PROCÉDURES DE MESURE ET DE PRÉLÈVEMENT

▼M1

1. INTRODUCTION

Les éléments constitutifs des gaz, les particules et les fumées émis par le moteur soumis à l'essai doivent être mesurés à l'aide des méthodes décrites à l'annexe V. Les différents points de l'annexe V expliquent les systèmes d'analyse recommandés pour les émissions de gaz (point 1), les systèmes recommandés de dilution et de prélèvement des particules (point 2) ainsi que les opacimètres recommandés pour mesurer les fumées (point 3).

Pour l'essai ESC, les éléments constitutifs des gaz sont mesurés dans les gaz d'échappement bruts. En option, ils peuvent être mesurés dans les gaz d'échappement dilués si un système de dilution en circuit principal est utilisé pour la mesure des particules. Les particules doivent être mesurées à l'aide d'un système de dilution en dérivation ou en circuit principal.

Pour l'essai ETC, les systèmes suivants peuvent être utilisés:

— une système de dilution en circuit principal CVS pour déterminer les émissions de gaz et de particules (les systèmes de dilution double sont autorisés),

ou

— un système combiné de mesure des gaz d'échappement bruts pour les émissions de gaz et un système de dilution en dérivation pour les émissions de particules,

ou

— une combinaison des deux principes (par exemple, mesure des gaz bruts et mesure des particules en circuit principal).

▼B

2. DYNAMOMÈTRE ET ÉQUIPEMENT DE LA CELLULE D'ESSAI

L'équipement suivant est utilisé pour effectuer les essais de mesure des émissions des moteurs sur des dynamomètres pour moteurs.

2.1. **Dynamomètres pour moteurs**

Un dynamomètre pour moteur est utilisé avec des caractéristiques adéquates afin d'exécuter les cycles d'essai décrits aux appendices 1 et 2 de la présente annexe. Le système de mesure du régime doit posséder une précision de lecture de ± 2 %. Le système de mesure du couple doit posséder une précision de lecture de ± 3 % dans la gamme >20 % de la pleine échelle et une précision de ± 0,6 % de la pleine échelle dans la gamme ≤ 20 % de la pleine échelle.

▼M1

2.2. **Autres instruments**

Lorsqu'il y a lieu, des instruments de mesure doivent être utilisés pour la consommation de carburant, la consommation d'air, la température du liquide de refroidissement et du lubrifiant, la pression des gaz d'échappement et la dépression dans le collecteur d'admission, la température des gaz d'échappement, la température de l'admission d'air, la pression atmosphérique, l'humidité et la température du carburant. Ces instruments doivent satisfaire aux exigences prescrites au tableau 9.

Tableau 9

Exactitude des instruments de mesure

Instrument de mesure	Exactitude
Consommation de carburant	± 2 % de la valeur maximale du moteur
Consommation d'air	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue

▼M1

Instrument de mesure	Exactitude
Débit des gaz d'échappement	± 2,5 % du relevé ou ± 1,5 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
Températures ≤ 600 K (327 °C)	± 2 K en valeur absolue
Températures ≥ 600 K (327 °C)	± 1 % du relevé
Pression atmosphérique	± 0,1 kPa en valeur absolue
Pression des gaz d'échappement	± 0,2 kPa en valeur absolue
Dépression à l'admission	± 0,05 kPa en valeur absolue
Autres pressions	± 0,1 kPa en valeur absolue
Humidité relative	± 3 % en valeur absolue
Humidité absolue	± 5 % du relevé
Débit de l'air de dilution	± 2 % du relevé
Débit des gaz d'échappement dilués	± 2 % du relevé

3. DÉTERMINATION DES COMPOSANTS GAZEUX

3.1. **Spécifications générales concernant les analyseurs**

Les analyseurs doivent posséder une plage de mesure adaptée à l'exactitude requise pour mesurer les concentrations des éléments constitutifs des gaz d'échappement (point 3.1.1). Il est recommandé de faire fonctionner les analyseurs pour que la concentration se situe entre 15 % et 100 % de la pleine échelle.

Si le système de lecture (ordinateurs, enregistreurs de données) est capable de garantir une exactitude et une résolution suffisantes pour des valeurs inférieures à 15 % de la pleine échelle, les mesures inférieures à 15 % de la pleine échelle sont aussi acceptables. Dans ce cas, des étalonnages supplémentaires d'au moins 4 points théoriquement équidistants et différents de zéro doivent être réalisés pour garantir l'exactitude des courbes d'étalonnage conformément au point 1.6.4 de l'appendice 5 de la présente annexe.

L'équipement doit également présenter un degré de compatibilité électromagnétique (CEM) susceptible de minimiser les erreurs supplémentaires.

3.1.1. *Exactitude*

L'analyseur ne doit pas s'écarter du point d'étalonnage nominal de plus de ± 2 % du relevé sur toute la plage de mesure sauf zéro ou de ± 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue. L'exactitude est déterminée conformément aux exigences concernant l'étalonnage énoncées au point 1.6 de l'appendice 5 de la présente annexe.

Note: aux fins de la présente directive, l'exactitude correspond à l'écart entre le relevé de l'analyseur et les valeurs nominales d'étalonnage obtenues avec un gaz d'étalonnage (= valeur vraie).

3.1.2. *Fidélité*

La fidélité, définie comme étant égale à 2,5 fois l'écart type de 10 réponses répétitives à un gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité donné, ne doit pas dépasser ± 1 % de la concentration pleine échelle pour chaque plage utilisée au-delà de 155 ppm (ou ppmC) ou ± 2 % de chaque plage utilisée en dessous de 155 ppm (ou ppmC).

3.1.3. *Bruit*

La réponse crête-à-crête de l'analyseur à des gaz de mise à zéro ou à des gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité durant une période quelconque de 10 secondes ne doit pas dépasser 2 % de la pleine échelle dans toutes les plages utilisées.

▼M1

3.1.4. *Dérive du zéro*

La réponse du zéro est définie comme la réponse moyenne, y compris les bruits, à un gaz de mise à zéro durant un intervalle de temps de 30 secondes. La dérive de la réponse zéro durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la plage inférieure utilisée.

3.1.5. *Dérive d'étalonnage*

La réponse d'étalonnage est définie comme la réponse moyenne, y compris les bruits, à un gaz de réglage de sensibilité durant un intervalle de temps de 30 secondes. La dérive de la réponse d'étalonnage durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la plage inférieure utilisée.

3.1.6. *Temps de montée*

Le temps de montée de l'analyseur installé sur le système de mesure ne doit pas dépasser 3,5 s.

Note: la seule évaluation du temps de réponse de l'analyseur ne suffit pas pour déterminer clairement si l'ensemble du système convient aux essais transitoires. Les volumes, en particulier les volumes morts, dans l'ensemble du système influenceront non seulement le temps de transport de la sonde jusqu'à l'analyseur, mais aussi le temps de montée. Les temps de transport à l'intérieur d'un analyseur seraient également définis comme temps de réponse de l'analyseur, comme dans le cas du convertisseur ou du piège à eau dans un analyseur de NO_x. La détermination du temps de réponse de l'ensemble du système est décrite au point 1.5 de l'appendice 5 de la présente annexe.

3.2. **Séchage des gaz**

Le dispositif facultatif utilisé pour sécher les gaz doit avoir une influence minimale sur la concentration des gaz mesurés. Les agents de séchage chimiques ne sont pas acceptables en tant que méthode pour éliminer l'eau de l'échantillon.

3.3. **Analyseurs**

Les points 3.3.1 à 3.3.4 décrivent les principes de mesure à appliquer. L'annexe V fournit une description détaillée des systèmes de mesure. Les gaz à mesurer sont analysés à l'aide des instruments suivants. Dans le cas d'analyseurs non linéaires, des circuits de linéarisation peuvent être mis en œuvre.

3.3.1. *Analyse du monoxyde de carbone (CO)*

L'analyseur de monoxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (*Non-Dispersive InfraRed* ou NDIR).

3.3.2. *Analyse du dioxyde de carbone (CO_2)*

L'analyseur de dioxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (*Non-Dispersive InfraRed* ou NDIR).

3.3.3. *Analyse des hydrocarbures (HC)*

Pour les moteurs diesel et les moteurs fonctionnant au GPL, l'analyseur d'hydrocarbures doit être un détecteur dit d'ionisation de flamme chauffé (*Heated Flame Ionisation Detector* ou HFID) et être équipé d'un détecteur, de valves, de tuyaux, etc. chauffés afin de maintenir les gaz à une température de 463 K ± 10 K (190 ± 10 °C). Dans le cas de moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel, l'analyseur d'hydrocarbures peut être un détecteur dit d'ionisation de flamme non chauffé (*Flame Ionisation Detector* ou FID) selon la méthode appliquée (voir point 1.3 de l'annexe V).

3.3.4. *Analyse des hydrocarbures non méthaniques (NMHC) (moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement)*

Les hydrocarbures non méthaniques doivent être mesurés selon l'une des méthodes suivantes:

3.3.4.1. Méthode de la chromatographie en phase gazeuse (CG)

Les hydrocarbures non méthaniques doivent être mesurés en soustrayant le méthane analysé à l'aide d'un chromatographe à gaz (CG) conditionné à 423 K (150 °C) des hydrocarbures mesurés conformément au point 3.3.3.

▼M1

3.3.4.2. Méthode du séparateur de méthane (NMC)

La fraction non méthanique doit être mesurée à l'aide d'un NMC chauffé et couplé à un FID conformément au point 3.3.3 en soustrayant le méthane des hydrocarbures.

3.3.5. *Analyse des oxydes d'azote (NO_x)*

L'analyseur d'oxydes d'azote doit être un détecteur du type à chimiluminescence (*ChemiLuminescent Detector* ou CLD) ou à chimiluminescence chauffé (*Heated ChemiLuminescent Detector* ou HCLD) équipé d'un convertisseur NO_2/NO si la mesure est effectuée en conditions sèches. Si la mesure est effectuée en conditions humides, un HCLD muni d'un convertisseur maintenu à une température supérieure à 328 K (55 °C) doit être utilisé pour autant que l'interférence à l'eau (voir point 1.9.2.2 de l'appendice 5 de la présente annexe) soit contrôlée de manière satisfaisante.

3.3.6. *Mesure du rapport air/carburant*

L'appareillage de mesure du rapport air/carburant utilisé pour déterminer le débit des gaz d'échappement comme décrit au point 4.2.5 de l'appendice 2 de la présente annexe doit être un capteur à large plage de mesure ou une sonde lambda de type zircone. Le capteur est monté directement sur le tuyau d'échappement, à un point où la température des gaz d'échappement est suffisamment élevée pour qu'il n'y ait pas de condensation de l'eau.

L'exactitude du capteur avec l'électronique incorporée doit être de:

± 3 % du relevé $\lambda < 2$

± 5 % du relevé $2 \leq \lambda < 5$

± 10 % du relevé $5 \leq \lambda$

Pour que les spécifications d'exactitude ci-dessus puissent être respectées, le capteur doit être étalonné selon les instructions du fabricant de l'instrument.

3.4. **Prélèvement des émissions gazeuses**

3.4.1. *Gaz d'échappement bruts*

Les sondes de prélèvement des émissions gazeuses doivent être placées à au moins 0,5 m ou 3 fois le diamètre du tuyau d'échappement — la valeur la plus élevée étant retenue — en amont de la sortie du système d'échappement mais suffisamment près du moteur pour garantir une température minimale des gaz d'échappement de 343 K (70 °C) au niveau de la sonde.

Dans le cas d'un moteur à plusieurs cylindres équipé d'un collecteur d'échappement en forme de fourche, l'entrée de la sonde doit se situer suffisamment loin en aval pour garantir que le prélèvement soit représentatif des émissions moyennes de gaz d'échappement de tous les cylindres. Dans le cas de moteurs à plusieurs cylindres qui possèdent des groupes distincts de collecteurs, comme dans le cas d'un moteur en V, il est recommandé de combiner les collecteurs en amont de la sonde de prélèvement. Si cela s'avère difficile à réaliser, il est permis de prélever un échantillon dans le groupe dont les émissions de CO_2 sont les plus importantes. D'autres méthodes dont la corrélation avec les méthodes ci-dessus a été démontrée peuvent être appliquées. Le débit massique total des gaz d'échappement doit servir à calculer les émissions de gaz d'échappement.

Si le moteur est équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement, l'échantillon de gaz d'échappement doit être prélevé en aval de ce système.

3.4.2. *Gaz d'échappement dilués*

Le tuyau d'échappement placé entre le moteur et le système de dilution en circuit principal est conforme aux exigences du point 2.3.1 de l'annexe V (EP).

La ou les sondes de prélèvement des émissions de gaz sont installées dans le tunnel de dilution, en un emplacement caractérisé par un bon mélange de l'air de dilution et des gaz d'échappement et à proximité immédiate de la sonde de prélèvement de particules.

Le prélèvement peut en général être effectué de deux façons:

— les polluants sont prélevés dans un sac de prélèvement durant tout le cycle et mesurés dès la fin de l'essai,

▼M1

— les polluants sont prélevés en continu et intégrés durant tout le cycle; cette méthode est obligatoire pour les HC et les NO_x.

4. DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE PARTICULES

La détermination de la quantité de particules impose d'utiliser un système de dilution. La dilution peut être obtenue par un système de dilution en dérivation ou un système de dilution double en circuit principal. La capacité d'écoulement du système de dilution doit être suffisamment importante pour éliminer totalement la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement et maintenir la température des gaz d'échappement dilués inférieure à 325 K (52 °C) ([1]) juste en amont des porte-filtres. Le contrôle de l'humidité de l'air de dilution avant l'entrée dans le système de dilution est admis et, en particulier, une dessiccation est utile si l'humidité de l'air de dilution est élevée. La température de l'air de dilution doit être supérieure à 288 K (15 °C) à proximité immédiate de l'entrée du tunnel de dilution.

Le système de dilution en dérivation a été conçu pour prélever un échantillon proportionnel des gaz d'échappement bruts du flux de gaz d'échappement du moteur, répondant ainsi aux excursions dans le débit du flux de gaz d'échappement, et introduire l'air de dilution dans ce prélèvement pour atteindre une température inférieure à 325 K (52 °C) au filtre d'essai. À cette fin, il est essentiel que le taux de dilution ou le taux de prélèvement r_{dil} ou r_s soit déterminé de telle sorte que les limites d'exactitude du point 3.2.1 de l'appendice 5 de la présente annexe soient respectées. Différentes méthodes d'extraction peuvent être appliquées et, dans ce cas, le type d'extraction choisi détermine dans une large mesure le matériel et les procédures de prélèvement à utiliser (point 2.2 de l'annexe V).

En général, la sonde de prélèvement des particules est placée à proximité immédiate de la sonde de prélèvement des émissions de gaz, mais à une distance suffisante pour ne pas provoquer d'interférences. Les dispositions du point 3.4.1 concernant l'installation s'appliquent donc également au prélèvement de particules. La conduite de prélèvement est conforme aux exigences du point 2 de l'annexe V.

Dans le cas d'un moteur à plusieurs cylindres équipé d'un collecteur d'échappement en forme de fourche, l'entrée de la sonde doit se situer suffisamment loin en aval pour garantir que le prélèvement soit représentatif des émissions moyennes de gaz d'échappement de tous les cylindres. Dans le cas de moteurs à plusieurs cylindres qui possèdent des groupes distincts de collecteurs, comme dans le cas d'un moteur en V, il est recommandé de combiner les collecteurs en amont de la sonde de prélèvement. Si cela s'avère difficile à réaliser, il est permis de prélever un échantillon dans le groupe dont les émissions sont les plus importantes. D'autres méthodes dont la corrélation avec les méthodes ci-dessus a été démontrée peuvent être appliquées. Le débit massique total de gaz d'échappement doit servir à calculer les émissions de gaz d'échappement.

Un système de prélèvement des particules, des filtres de prélèvement des particules, une microbalance et une chambre de pesée à température et humidité contrôlées sont nécessaires pour déterminer la masse de particules.

Pour le prélèvement des particules, il convient d'appliquer la méthode à filtre unique (voir point 4.1.3) durant tout le cycle d'essai. Pour l'essai ESC, il faut accorder une grande attention aux temps et débits de prélèvement durant la phase de prélèvement de l'essai.

4.1. **Filtres de prélèvement des particules**

Les gaz d'échappement dilués sont prélevés au moyen d'un filtre qui satisfait aux exigences des points 4.1.1 et 4.1.2 durant la séquence d'essai.

4.1.1. *Spécifications des filtres*

Des filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone sont nécessaires. Tous les types de filtres doivent posséder un coefficient de rétention des DOP (dioctylphtalates) à 0,3 μm d'au moins 99 % à une vitesse face au gaz comprise entre 35 et 100 cm/s.

([1]) La Commission reverra la température en amont du porte-filtre, 325 K (52 °C), et, si nécessaire, proposera une autre température applicable aux nouvelles réceptions à partir du 1er octobre 2008.

▼M1

4.1.2. *Dimensions des filtres*

Des filtres à particules d'un diamètre de 47 mm ou 70 mm sont recommandés. Des filtres de diamètre plus important sont acceptables (point 4.1.4) mais les filtres de diamètre plus petit ne sont pas autorisés.

4.1.3. *Vitesse au travers des filtres*

Une vitesse nominale du gaz à travers le filtre de 35 à 100 cm/s doit être obtenue. L'augmentation de la perte de charge entre le début et la fin de l'essai ne doit pas excéder 25 kPa.

4.1.4. *Charge des filtres*

Les charges minimales requises pour les dimensions de filtre les plus courantes sont indiquées dans le tableau 10. Pour des filtres plus grands, la charge minimale est de 0,065 mg/1 000 mm^2 de surface du filtre.

Tableau 10

Charges minimales des filtres

Diamètre de filtre (mm)	Charge minimale (mg)
47	0,11
70	0,25
90	0,41
110	0,62

Si, sur la base d'un essai antérieur, il est improbable que la charge minimale requise du filtre puisse être atteinte sur un cycle d'essai après optimisation des débits et du taux de dilution, une charge de filtre inférieure peut être acceptable, avec l'accord des parties concernées, à condition qu'il puisse être démontré que les exigences d'exactitude du point 4.2 sont satisfaites, par exemple avec une balance à 0,1 μg.

4.1.5. *Porte-filtres*

Pour les essais d'émissions, les filtres sont placés dans un porte-filtre répondant aux exigences du point 2.2 de l'annexe V. Le porte-filtre doit être conçu de manière à assurer une répartition régulière du flux sur toute la surface utile du filtre. Des vannes à action rapide sont situées en amont ou en aval du porte-filtre. Un préclassificateur inertiel avec un point de coupure de 50 % entre 2,5 μm et 10 μm peut être installé immédiatement en amont du porte-filtre. L'utilisation d'un préclassificateur est fortement recommandée si l'on utilise une sonde à tube ouvert, dirigée vers l'amont, dans le flux d'échappement.

4.2. **Spécifications de la chambre de pesée et de la balance analytique**

4.2.1. *État de la chambre de pesée*

La chambre (ou le local) dans laquelle les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue à une température de 295 K ± 3 K (22 °C ± 3 °C) durant le conditionnement et le pesage de tous les filtres. L'humidité doit être maintenue à un point de rosée de 282,5 K ± 3 K (9,5 °C ± 3 °C) et l'humidité relative à 45 % ± 8 %.

4.2.2. *Pesée des filtres de référence*

L'atmosphère de la chambre (ou du local) doit être libre de tout contaminant ambiant (comme la poussière) susceptible de se déposer sur les filtres à particules au cours de leur stabilisation. Des perturbations des exigences posées à la chambre de pesée qui sont définies au point 4.2.1 sont autorisées à condition de ne pas durer plus de 30 minutes. La chambre de pesée doit satisfaire aux exigences requises avant que le personnel n'y pénètre. Au moins deux filtres de référence inutilisés doivent être pesés dans un délai de quatre heures à compter des pesées des filtres de prélèvement; ils seront de préférence pesés en même temps. Ils doivent être de la même dimension et faits du même matériau que les filtres de prélèvement.

▼M1

En cas d'écart de plus de 10 µg dans le poids moyen des filtres de référence entre les pesées, il faut jeter tous les filtres qui ont servi au prélèvement et recommencer l'essai d'émissions.

Si les critères de stabilité de la chambre de pesée indiqués au point 4.2.1 ne sont pas réunis mais que les pesées du filtre de référence répondent aux critères ci-dessus, le constructeur du moteur a la possibilité d'accepter les poids des filtres de prélèvement ou de déclarer les essais nuls, de modifier le système de contrôle du local de pesée et de refaire l'essai.

4.2.3. *Balance analytique*

La balance analytique utilisée pour déterminer le poids du filtre doit avoir une fidélité (écart type) d'au moins 2 µg et une résolution d'au moins 1 µg (1 chiffre = 1 µg) spécifiée par le fabricant de la balance.

4.2.4. *Élimination des effets de l'électricité statique*

Afin d'éliminer les effets de l'électricité statique, les filtres doivent être neutralisés avant la pesée, par exemple par un neutralisant au polonium, une cage de Faraday ou un dispositif ayant le même effet.

4.2.5. *Spécifications pour la mesure du débit*

4.2.5.1. Exigences générales

Les exactitudes absolues du débitmètre ou du dispositif de mesure du débit sont telles que spécifiées au point 2.2.

4.2.5.2. Dispositions particulières pour les systèmes de dilution en dérivation

Pour les systèmes de dilution en dérivation, l'exactitude du débit de prélèvement q_{mp} est primordiale, si la valeur n'est pas mesurée directement mais déterminée en mesurant la différence de débit.

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw}$$

Dans ce cas, une exactitude de ± 2 % pour q_{mdew} et q_{mdw} n'est pas suffisante pour garantir des exactitudes acceptables de q_{mp}. Si le débit de gaz est déterminé en mesurant la différence de débit, l'erreur maximale de la différence doit être telle que l'exactitude de q_{mp} soit de l'ordre de ± 5 % lorsque le taux de dilution est inférieur à 15. Il peut être calculé en prenant la moyenne quadratique des erreurs de chaque instrument.

Des exactitudes acceptables de q_{mp} peuvent être obtenues par l'une des méthodes suivantes:

Les exactitudes absolues de q_{mdew} et q_{mdw} sont de ± 0,2 %, ce qui garantit une exactitude de $q_{mp} \leq 5$ % au taux de dilution de 15. Les erreurs seront toutefois plus importantes avec des taux de dilution plus élevés.

L'étalonnage de q_{mdw} par rapport à q_{mdew} est effectué de manière à obtenir pour q_{mp} les mêmes exactitudes qu'avec la méthode a). Pour les détails de cet étalonnage, voir annexe III, appendice 5, point 3.2.1.

L'exactitude de q_{mp} est déterminée indirectement à partir de l'exactitude du taux de dilution tel que déterminé par un gaz marqueur, le CO_2, par exemple. À nouveau, des exactitudes équivalentes à celles de la méthode a) sont requises pour q_{mp}.

L'exactitude absolue de q_{mdew} et q_{mdw} se situe dans les limites de ± 2 % de la pleine échelle, l'erreur maximale de la différence entre q_{mdew} et q_{mdw} est inférieure ou égale à 0,2 % et l'erreur de linéarité se situe dans les limites de ± 0,2 % de la valeur q_{mdew} la plus élevée observée durant l'essai.

▼B

5. DÉTERMINATION DES FUMÉES

Le présent point contient des exigences posées à l'équipement d'essai obligatoire et facultatif à utiliser pour l'essai ELR. Les fumées doivent être mesurées avec un opacimètre doté d'un mode de lecture de l'opacité et du coefficient d'absorption lumineuse. Le mode de lecture de l'opacité sert uniquement à l'étalonnage et au contrôle de l'opacimètre. Les valeurs de fumées du cycle d'essai sont mesurées en mode de lecture du coefficient d'absorption lumineuse.

▼B

5.1. **Exigences générales**

L'essai ELR impose d'utiliser un système de mesure des fumées et de traitement des données qui comporte trois unités fonctionnelles. Celles-ci peuvent se présenter sous la forme d'un élément intégré unique ou d'un système de composants reliés entre eux. Les trois unités fonctionnelles sont les suivantes:

— un opacimètre qui répond aux exigences de l'annexe V, point 3,

— une unité de traitement des données capable d'exécuter les fonctions décrites à l'annexe III, appendice 1, point 6,

— une imprimante et/ou un support de stockage électronique afin d'enregistrer et de sortir les valeurs de fumées requises qui sont spécifiées à l'annexe III, appendice 1, point 6.3.

5.2. **Exigences spécifiques**

5.2.1. *Linéarité*

La linéarité doit être égale à ± 2 % d'opacité.

5.2.2. *Dérive du zéro*

La dérive du zéro durant une période d'une heure ne doit pas dépasser ± 1 % d'opacité.

5.2.3. *Indication et plage de l'opacimètre*

La plage d'indication de l'opacité est de 0-100 % et la lisibilité est de l'ordre de 0,1 %. La plage d'indication du coefficient d'absorption lumineuse est de 0-30 m^{-1} et la lisibilité est de l'ordre de 0,01 m^{-1}.

5.2.4. *Temps de réponse des instruments*

Le temps de réponse physique de l'opacimètre ne doit pas dépasser 0,2 s. Le temps de réponse physique est la différence entre les moments où le résultat fourni par un récepteur à réponse rapide atteint 10 et 90 % de l'écart total lorsque l'opacité du gaz mesuré varie en moins de 0,1 s.

Le temps de réponse électrique de l'opacimètre ne doit pas dépasser 0,05 s. Le temps de réponse électrique est la différence entre les moments où le résultat de l'opacimètre atteint 10 et 90 % de la pleine échelle lorsque la source lumineuse est interrompue ou éteinte complètement en moins de 0,01 s.

5.2.5. *Filtres neutres*

Tout filtre neutre utilisé pour étalonner l'opacimètre, mesurer la linéarité ou régler la sensibilité doit posséder une valeur connue avec une précision inférieure à 1,0 % d'opacité. La précision de la valeur nominale du filtre doit être vérifiée au moins une fois par an à l'aide d'une référence issue d'une norme nationale ou internationale.

Les filtres neutres sont des appareils de précision qui peuvent être facilement endommagés en cours d'utilisation. Ils doivent être manipulés le moins souvent possible et, le cas échéant, avec précaution afin d'éviter de les griffer ou de les souiller.

▼B

Appendice 5

PROCÉDURE D'ÉTALONNAGE

1. ÉTALONNAGE DES ANALYSEURS

1.1. **Introduction**

Chaque analyseur doit être étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences de précision imposées par la présente directive. Ce point décrit la méthode d'étalonnage à appliquer pour les analyseurs repris à l'annexe III, appendice 4, point 3, et à l'annexe V, point 1.

1.2. **Gaz d'étalonnage**

La durée de conservation de tous les gaz d'étalonnage doit être respectée.

La date d'expiration des gaz d'étalonnage indiquée par le fabricant doit être enregistrée.

1.2.1. *Gaz purs*

La pureté requise pour les gaz est définie par les limites de contamination indiquées ci-dessous. Les gaz suivants doivent être disponibles:

azote purifié

(contamination: ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

oxygène purifié

(pureté > 99,5 % vol. O_2)

mélange hydrogène-hélium

(40 ± 2 % hydrogène, hélium porteur)

(contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO_2)

air synthétique purifié

(contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

(teneur en oxygène entre 18-21 % vol.)

propane ou CO purifié pour la vérification du CVS

1.2.2. *Gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité*

Les mélanges de gaz qui possèdent les compositions chimiques suivantes sont disponibles:

C_3H_8 et air synthétique purifié (voir le point 1.2.1);

CO et azote purifié;

NO_x et azote purifié (la quantité de NO_2 contenue dans ce gaz d'étalonnage ne doit pas dépasser 5 % de la teneur en NO);

CO_2 et azote purifié;

CH_4 et air synthétique purifié;

C_2H_6 et air synthétique purifié.

Remarque: d'autres combinaisons de gaz sont admises si les différents gaz ne réagissent pas les uns avec les autres.

La concentration effective d'un gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité doit se situer à moins de ± 2 % de la valeur nominale. Toutes les concentrations du gaz d'étalonnage doivent être indiquées en volume (pourcentage en volume ou ppm en volume).

Les gaz utilisés pour l'étalonnage et le réglage de sensibilité peuvent aussi être obtenus à l'aide d'un diviseur de gaz, par dilution avec du N_2 purifié ou de l'air synthétique purifié. La précision du mélangeur doit permettre de déterminer la concentration des gaz d'étalonnage dilués à ± 2 %.

▼M1

1.2.3. *Utilisation de mélangeurs-doseurs de précision*

Les gaz utilisés pour l'étalonnage et le réglage de sensibilité peuvent aussi être obtenus à l'aide d'un mélangeur-doseur de précision (diviseur de gaz), par dilution avec du N_2 purifié ou de l'air synthétique purifié. L'exactitude de l'appareil mélangeur doit être telle que la concentration des gaz d'étalonnage mélangés puisse être déterminée à ± 2 % près. Cette exactitude implique que les gaz primaires utilisés pour le mélange soient connus avec une exactitude d'au moins ± 1 %, par rapport à des étalons de gaz nationaux ou internationaux. La vérification doit être effectuée à 15 à 50 % de la pleine échelle pour chaque étalonnage faisant intervenir l'utilisation d'un mélangeur-doseur.

À titre facultatif, le mélangeur-doseur peut être vérifié avec un instrument de mesure linéaire par nature, par exemple en utilisant du gaz NO avec un détecteur CLD. Le réglage de l'échelle de l'instrument doit être réalisé avec le gaz de réglage de sensibilité directement connecté à l'instrument. Le mélangeur-doseur doit être vérifié aux réglages utilisés et la valeur nominale doit être comparée à la concentration mesurée par l'instrument. La différence obtenue doit se situer en chaque point à ± 1 % de la valeur nominale.

▼B

1.3. **Mode opératoire des analyseurs et du système de prélèvement**

Le mode opératoire des analyseurs doit respecter les instructions de démarrage et de fonctionnement du fabricant de l'instrument. Les exigences minimales indiquées aux points 1.4 à 1.9 doivent aussi être observées.

▼M1

1.4. **Essai d'étanchéité**

Un essai d'étanchéité du système doit être effectué. La sonde est déconnectée du système d'échappement et son extrémité est obturée. La pompe de l'analyseur est branchée. Après une période de stabilisation initiale, tous les débitmètres doivent indiquer zéro. Sinon, les conduites de prélèvement doivent être vérifiées et le défaut éliminé.

Le taux de fuite maximal admissible côté dépression est de l'ordre de 0,5 % du débit en service pour la partie du système en cours de vérification. Les débits de l'analyseur et les débits de dérivation peuvent servir à évaluer les débits en service.

À titre de variante, le système peut être mis au vide à une pression d'au moins 20 kPa (80 kPa en pression absolue). Après une période de stabilisation, l'augmentation de pression Δp (en kPa/min) dans le système ne doit pas dépasser:

$$\Delta p = p / V_s \times 0{,}005 \times q_{vs}$$

où:

V_s = volume du système, l

q_{vs} = débit du système, l/min

Une autre méthode consiste à introduire un changement progressif de la concentration au début de la conduite de prélèvement en commutant entre le gaz de mise à zéro et le gaz de réglage de sensibilité. Si, après un laps de temps approprié, la valeur relevée indique une concentration inférieure d'environ 1 % à la concentration introduite, il existe des problèmes d'étalonnage ou de fuite.

1.5. **Contrôle du temps de réponse du système analytique**

Les réglages du système pour l'évaluation du temps de réponse doivent être exactement les mêmes que durant la mesure de l'essai (c'est-à-dire pression, débits, réglages des filtres sur les analyseurs et tous les autres éléments influençant le temps de réponse). La détermination du temps de réponse doit se faire avec l'ouverture de gaz directement à l'entrée de la sonde de prélèvement. L'ouverture du gaz doit se faire en moins de 0,1 seconde. Les gaz utilisés pour l'essai doivent entraîner un changement de concentration d'au moins 60 % FS.

La trace de concentration de chaque élément des différents gaz doit être enregistrée. Le temps de réponse est défini comme l'intervalle de temps entre l'ouverture du gaz et le changement approprié de la concentration enregistrée. Le temps de réponse du système (t_{90}) comprend le retard au détecteur de mesure et le temps de montée du détecteur. Le retard est défini comme l'intervalle de temps entre le changement (t_0) et le moment où la réponse atteint 10 % de la lecture finale (t_{10}). Le temps

▼M1

de montée est défini comme l'intervalle de temps entre une réponse de 10 % et de 90 % de la lecture finale ($t_{90} - t_{10}$).

Pour la synchronisation de l'analyseur et des signaux du débit des gaz d'échappement dans le cas d'une mesure brute, le temps de transformation est défini comme l'intervalle de temps entre le changement (t_0) et le moment où la réponse atteint 50 % de la lecture finale (t_{50}).

Le temps de réponse du système doit être ≤ 10 secondes avec un temps de montée ≤ 3,5 secondes pour tous les éléments limités (CO, NO_x, HC ou NMHC) et toutes les plages utilisées.

1.6. **Étalonnage**

1.6.1. *Instruments*

Les instruments sont étalonnés et les courbes d'étalonnage sont vérifiées par rapport à des gaz étalons. Les mêmes débits de gaz que lors du prélèvement des gaz d'échappement doivent être utilisés.

1.6.2. *Temps de mise en température*

Le temps de mise en température doit être conforme aux recommandations du fabricant. S'il n'est pas spécifié, il est recommandé d'observer un temps de mise en température minimal de deux heures pour les analyseurs.

1.6.3. *Analyseur NDIR et HFID*

Lorsqu'il y a lieu, l'analyseur NDIR doit être réglé et la flamme de combustion de l'analyseur HFID doit être optimalisée (point 1.8.1).

1.6.4. *Établissement de la courbe d'étalonnage*

— Chaque plage de fonctionnement normalement utilisée doit être étalonnée.

— Les analyseurs de CO, de CO_2, de NO_x et de HC doivent être mis à zéro avec de l'air synthétique (ou de l'azote) purifié.

— Les gaz d'étalonnage adéquats sont introduits dans les analyseurs, puis les valeurs sont enregistrées et la courbe d'étalonnage est tracée.

— La courbe d'étalonnage est établie par au moins 6 points d'étalonnage (à l'exclusion de zéro) à peu près également espacés sur toute la plage de fonctionnement. La concentration nominale maximale doit être égale ou supérieure à 90 % de la pleine échelle.

— La courbe d'étalonnage est calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés. Une équation d'ajustement linéaire ou non linéaire peut être utilisée.

— Les points d'étalonnage ne doivent pas s'écarter de la courbe d'ajustement déterminée par la méthode des moindres carrés de plus de ± 2 % de la valeur relevée ou de ± 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant à retenir.

— Le réglage du zéro est revérifié et, le cas échéant, la procédure d'étalonnage est recommencée.

1.6.5. *Autres méthodes*

S'il peut être démontré qu'une technologie de substitution (par exemple un ordinateur, un commutateur de gamme électronique, etc.) peut fournir une exactitude équivalente, elle peut être utilisée.

1.6.6. *Étalonnage de l'analyseur de gaz traceur pour la mesure du débit d'échappement*

La courbe d'étalonnage est établie par au moins 6 points d'étalonnage (à l'exclusion de zéro) à peu près également espacés sur toute la plage de fonctionnement. La concentration nominale maximale doit être égale ou supérieure à 90 % de la pleine échelle. La courbe d'étalonnage est calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés.

Les points d'étalonnage ne doivent pas s'écarter de la courbe d'ajustement déterminée par la méthode des moindres carrés de plus de ± 2 % de la valeur relevée ou de ± 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant à retenir.

Le zéro et l'échelle de l'analyseur doivent être réglés avant l'essai au moyen d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité ayant une valeur nominale supérieure à 80 % de la pleine échelle de l'analyseur.

▼B

►M1 1.6.7. ◄ *Vérification de l'étalonnage*

Chaque gamme opératoire normalement utilisée doit être vérifiée avant toute analyse conformément à la procédure ci-dessous.

L'étalonnage est vérifié à l'aide d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité dont la valeur nominale dépasse 80 % de la pleine échelle de la plage de mesure.

Si, pour les deux points considérés, la valeur résultante ne s'écarte pas de la valeur de référence déclarée de plus de ± 4 % de la pleine échelle, les paramètres de réglage peuvent être modifiés. Si tel n'est pas le cas, une nouvelle courbe d'étalonnage est tracée conformément au point 1.5.5.

1.7. **Essai d'efficacité du convertisseur de NO_x**

L'efficacité du convertisseur utilisé pour convertir les NO_2 en NO est testée conformément aux points 1.7.1 à 1.7.8 (figure 6).

1.7.1. *Montage d'essai*

Il faut utiliser le montage d'essai décrit à la figure 6 (voir aussi l'annexe III, appendice 4, point 3.3.5) et la procédure ci-dessous pour tester l'efficacité des convertisseurs à l'aide d'un ozoniseur.

1.7.2. *Étalonnage*

Les détecteurs CLD et HCLD sont étalonnés, conformément aux spécifications du fabricant, dans la gamme opératoire la plus courante à l'aide d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité (dont la teneur en NO doit correspondre à quelque 80 % de la gamme opératoire et la concentration de NO_2 du mélange gazeux doit être inférieure à 5 % de la concentration de NO). L'analyseur de NO_x doit être réglé en mode NO pour que le gaz de réglage de sensibilité ne traverse pas le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée.

1.7.3. *Calcul*

L'efficacité du convertisseur de NO_x se calcule comme suit:

$$\text{Efficacité } (\%) = \left(\frac{1 + a - b}{c - d}\right) \times 100$$

où:

a = concentration de NO_x conformément au point 1.7.6

b = concentration de NO_x conformément au point 1.7.7

c = concentration de NO conformément au point 1.7.4

d = concentration de NO conformément au point 1.7.5

1.7.4. *Ajout d'oxygène*

De l'oxygène ou de l'air de mise à zéro est ajouté en continu au débit de gaz par un raccord en T jusqu'à ce que la concentration indiquée soit inférieure de quelque 20 % à la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.7.2 (l'analyseur est réglé en mode NO). La concentration c indiquée est enregistrée. L'ozoniseur reste désactivé durant toute la procédure.

1.7.5. *Activation de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est ensuite activé afin de générer un volume suffisant d'ozone pour abaisser la concentration de NO à environ 20 % (10 % minimum) de la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.7.2. La concentration d indiquée est enregistrée (l'analyseur est réglé en mode NO).

1.7.6. *Mode NO_x*

L'analyseur de NO est ensuite commuté en mode NO_x pour que le mélange gazeux (composé de NO, de NO_2, d'O_2 et de N_2) passe par le convertisseur. La concentration a indiquée est enregistrée (l'analyseur est réglé en mode NO_x).

▼B

1.7.7. *Désactivation de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est ensuite désactivé. Le mélange gazeux décrit au point 1.7.6 traverse le convertisseur et parvient dans le détecteur. La concentration b indiquée est enregistrée (l'analyseur est réglé en mode NO_x).

1.7.8. *Mode NO*

Une commutation en mode NO avec l'ozoniseur désactivé coupe aussi le débit d'oxygène ou d'air synthétique. La valeur de NO_x indiquée par l'analyseur ne doit pas s'écarter de plus de ± 5 % de la valeur mesurée conformément au point 1.7.2 (l'analyseur est réglé en mode NO).

1.7.9. *Intervalle d'essai*

L'efficacité du convertisseur doit être testée avant tout étalonnage de l'analyseur de NO_x.

1.7.10. *Exigence en matière d'efficacité*

L'efficacité du convertisseur ne doit pas être inférieure à 90 %, mais une efficacité de 95 % est fortement recommandée.

Remarque: si, lorsque l'analyseur est réglé dans la gamme la plus courante, l'ozoniseur est incapable d'indiquer une réduction de 80 % à 20 % conformément au point 1.7.5, il convient d'opter pour la gamme maximale qui indiquera la réduction.

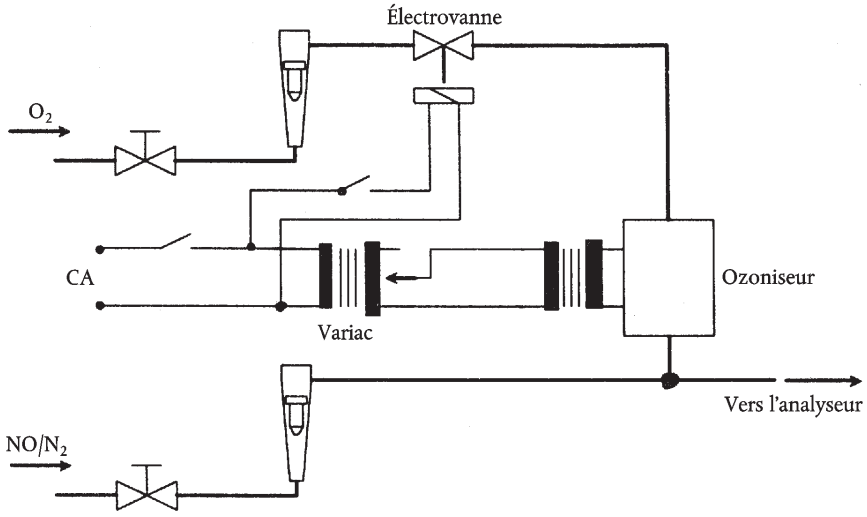


Figure 6

Schéma du dispositif de mesure de l'efficacité du convertisseur de NO_x

1.8. **Réglage du FID**

1.8.1. *Optimalisation de la réponse du détecteur*

Le FID doit être réglé conformément aux spécifications du fabricant de l'instrument. Un gaz de réglage de sensibilité à l'air propané doit servir à optimaliser la réponse dans la gamme opératoire la plus courante.

Lorsque les débits de carburant et d'air sont conformes aux recommandations du fabricant, un gaz de réglage de sensibilité à 350 ± 75 ppm C est introduit dans l'analyseur. La réponse à un débit de carburant donné est déterminée à partir de la différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et la réponse au gaz de mise à zéro. Le débit de carburant est réglé pas à pas au-dessus et en dessous de la valeur prescrite par le fabricant. La réponse au gaz de réglage de sensibilité et au gaz de mise à zéro à ces débits de carburant est enregistrée. La différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et au gaz de mise à zéro est tracée et le débit de carburant est ajusté du côté riche de la courbe.

1.8.2. *Facteurs de réponse aux hydrocarbures*

L'analyseur est étalonné avec du propane dans de l'air et de l'air synthétique purifié conformément au point 1.5.

▼B

Les facteurs de réponse sont déterminés à la mise en service d'un analyseur et après de longs intervalles d'entretien. Le facteur de réponse (R_f) d'un type particulier d'hydrocarbures est le rapport de la valeur C1 relevée au FID à la concentration de gaz dans la bouteille qui est exprimée en ppm C1.

La concentration du gaz d'essai doit être suffisante pour fournir une réponse égale à quelque 80 % de la pleine échelle. La concentration doit être connue avec une précision de ± 2 % par rapport à une norme gravimétrique exprimée en volume. En outre, la bouteille à gaz doit être préconditionnée durant 24 heures à une température de 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C).

Les gaz d'essai à utiliser et les gammes relatives recommandées pour le facteur de réponse sont les suivants:

méthane et air synthétique purifié $1{,}00 \leq R_f \leq 1{,}15$

propylène et air synthétique purifié $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

toluène et air synthétique purifié $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

Ces valeurs concernent le facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air synthétique purifié.

1.8.3. *Contrôle d'interférence à l'oxygène*

Le contrôle d'interférence à l'oxygène est exécuté à la mise en service d'un analyseur ou après de longs intervalles d'entretien.

Le facteur de réponse est défini, puis déterminé conformément à la description du point 1.8.2. Le gaz d'essai à utiliser et la gamme relative recommandée pour le facteur de réponse sont les suivants:

propane et azote $0{,}95 \leq Rf \leq 1{,}05$

Cette valeur concerne le facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air synthétique purifié.

La concentration d'oxygène dans l'air du brûleur du FID doit se situer à ± 1 mole % de celle appliquée lors du dernier contrôle d'interférence à l'oxygène. Si la différence est supérieure, l'interférence à l'oxygène doit être contrôlée et, le cas échéant, l'analyseur doit être réglé.

1.8.4. *Efficacité du séparateur de méthane (NMC, pour des moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement)*

Le NMC sert à éliminer les hydrocarbures non méthaniques du gaz prélevé en oxydant tous les hydrocarbures à l'exception du méthane. Idéalement, la conversion du méthane est de 0 % et celle des autres hydrocarbures représentés par l'éthane est égale à 100 %. Afin de garantir une mesure précise des NMHC, les deux rendements sont mesurés et servent à calculer le débit massique des émissions de NMHC (voir l'annexe III, appendice 2, point 4.3).

1.8.4.1. Rendement du méthane

Le gaz d'étalonnage du méthane est envoyé au travers du FID avec et sans contournement du NMC et les deux valeurs sont enregistrées. Le rendement est déterminé comme suit:

$$CE_M = 1 - (conc_w/conc_{w/o})$$

où:

$conc_{avec}$ = concentration de HC lorsque le CH_4 traverse le NMC

$conc_{sans}$ = concentration de HC lorsque le CH_4 contourne le NMC

1.8.4.2. Rendement de l'éthane

Le gaz d'étalonnage de l'éthane est envoyé au travers du FID avec et sans contournement du NMC et les deux concentrations sont enregistrées. Le rendement est déterminé comme suit:

$$CE_E = 1 - \frac{conc_w}{conc_{w/o}}$$

où:

$conc_{avec}$ = concentration de HC lorsque le C_2H_6 traverse le NMC

$conc_{sans}$ = concentration de HC lorsque le C_2H_6 contourne le NMC

▼B

1.9. **Effets d'interférence avec les analyseurs de CO, de CO_2 et de NO_x**

Les gaz autres que le gaz analysé qui sont présents dans les gaz d'échappement peuvent perturber la valeur mesurée de différentes façons. Il y a interférence positive dans les instruments NDIR lorsque le gaz à l'origine de l'interférence fournit le même effet, mais à un degré moindre, que le gaz mesuré. Il y a interférence négative, d'une part, dans les instruments NDIR lorsque le gaz à l'origine de l'interférence élargit la bande d'absorption du gaz mesuré et, d'autre part, dans des instruments CLD lorsque le gaz à l'origine de l'interférence provoque une extinction de la radiation. Les contrôles d'interférence repris aux points 1.9.1 et 1.9.2 sont exécutés avant la mise en service d'un analyseur ou après de longs intervalles d'entretien.

1.9.1. *Contrôle d'interférence de l'analyseur de CO*

L'eau et le CO_2 peuvent perturber les performances de l'analyseur de CO. Par conséquent, un gaz de réglage de sensibilité au CO_2 présentant une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire maximale utilisée durant les essais est purifié par barbotage dans de l'eau à la température ambiante et la réponse de l'analyseur est enregistrée. Cette dernière ne doit pas être supérieure à 1 % de la pleine échelle pour des gammes égales ou supérieures à 300 ppm ou à 3 ppm pour des gammes inférieures à 300 ppm.

1.9.2. *Contrôles d'interférence de l'analyseur aux NO_x*

Les deux gaz concernés pour les analyseurs CLD (et HCLD) sont le CO_2 et la vapeur d'eau. Les taux d'interférence à ces gaz sont proportionnels à leurs concentrations et imposent dès lors de recourir à des techniques d'essai pour déterminer l'interférence aux concentrations maximales escomptées apparue durant les essais.

1.9.2.1. Contrôle du taux d'interférence au CO_2

Un gaz de réglage de sensibilité au CO_2 qui possède une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire maximale est envoyé à travers l'analyseur NDIR et la valeur mesurée pour le CO_2 est enregistrée comme A. Il doit ensuite être dilué à 50 % environ avec un gaz de réglage de sensibilité au NO et envoyé à travers le NDIR et le (H)CLD, les valeurs mesurées pour le CO_2 et le NO étant respectivement enregistrées comme B et C. Le CO_2 est ensuite coupé et seul le gaz de réglage de sensibilité au NO est envoyé à travers le (H)CLD, puis la valeur mesurée pour le NO est enregistrée comme D.

L'interférence, qui ne doit pas être supérieure à 3 % de la pleine échelle, est déterminée comme suit:

$$\%\ \text{interférence} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

où:

A = concentration de CO_2 non dilué qui est mesurée en % à l'aide du NDIR

B = concentration de CO_2 dilué qui est mesurée en % à l'aide du NDIR

C = concentration de NO dilué qui est mesurée en ppm à l'aide du (H) CLD

D = concentration de NO non dilué qui est mesurée en ppm à l'aide du (H)CLD

D'autres méthodes de dilution et de quantification des valeurs du gaz de réglage de sensibilité au CO_2 et au NO, telles que le mélange/dosage dynamique, peuvent être appliquées.

1.9.2.2. Contrôle de l'interférence à l'eau

Ce contrôle s'applique uniquement aux mesures de la concentration de gaz humides. Le calcul de l'interférence à l'eau doit tenir compte de la dilution du gaz de réglage de sensibilité au NO avec de la vapeur d'eau ainsi que de la mise à l'échelle de la concentration de vapeur d'eau du mélange par rapport à celle escomptée durant les essais.

Un gaz de réglage de sensibilité au NO qui possède une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire normale est envoyé à travers le (H)CLD et la valeur mesurée pour le NO est

▼B

enregistrée comme D. Le gaz de réglage de sensibilité au NO est ensuite purifié par barbotage dans de l'eau à la température ambiante et envoyé à travers le (H)CLD; la valeur mesurée pour le NO est enregistrée comme C. La pression de service absolue de l'analyseur et la température de l'eau sont déterminées et enregistrées respectivement comme E et F. La pression de vapeur saturante du mélange qui correspond à la température F de l'eau du barboteur est déterminée et enregistrée comme G. La concentration de vapeur d'eau (H, en %) du mélange est calculée comme suit:

$$H = 100 \times (G/E)$$

La concentration escomptée de gaz de réglage de sensibilité au NO dilué (dans de la vapeur d'eau) (D_e) est calculée comme suit:

$$De = D \times (1 - H/100)$$

Dans les gaz d'échappement d'un moteur Diesel, la concentration maximale de vapeur d'eau dans les gaz d'échappement (H_m, en %) qui est escomptée durant les essais est évaluée comme suit à partir de la concentration non diluée de gaz de réglage de sensibilité au CO_2 (A, valeur mesurée au point 1.9.2.1) en supposant un rapport atomique H/C du carburant égal à 1,8:1:

$$H_m = 0{,}9 \times A$$

L'interférence à l'eau, qui ne doit pas dépasser 3 %, est calculée comme suit:

$$\% \text{ interférence} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H)$$

où:

D_e = concentration diluée escomptée de NO, en ppm

C = concentration diluée de NO, en ppm

H_m = concentration maximale de vapeur d'eau, en %

H = concentration effective de vapeur d'eau, en %

Remarque: il importe que le gaz de réglage de sensibilité au NO contienne une concentration minimale de NO_2 pour ce contrôle, car l'absorption de NO_2 dans l'eau n'a pas été prise en compte pour déterminer l'interférence.

1.10. **Intervalles d'étalonnage**

Les analyseurs sont étalonnés conformément au point 1.5 au moins une fois tous les 3 mois ou après toute réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

2. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME CVS

2.1. **Généralités**

Le système CVS est étalonné à l'aide d'un débitmètre de précision conforme à des normes nationales ou internationales et d'un dispositif d'étranglement. Le débit qui traverse le système est mesuré pour différents réglages de l'étrangleur et les paramètres de commande et contrôle du système sont mesurés et mis en relation avec le débit.

Divers types de débitmètres peuvent être utilisés, notamment un venturi étalonné, un débitmètre laminaire étalonné, un débitmètre à turbine étalonné.

2.2. **Étalonnage de la pompe volumétrique (PDP)**

Tous les paramètres de la pompe sont mesurés en même temps que les paramètres du débitmètre connecté en série avec la pompe. Le débit calculé (en m^3/min à l'orifice d'aspiration de la pompe, pression et température absolues) est tracé par rapport à un facteur de corrélation qui représente la valeur d'une combinaison spécifique de paramètres de la pompe. L'équation linéaire entre le débit de la pompe et la fonction de corrélation est ensuite calculée. Si un CVS possède plusieurs gammes de vitesse, l'étalonnage doit être exécuté pour chaque gamme utilisée. La stabilité en température doit être maintenue durant l'étalonnage.

2.2.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_s) présent à chaque position de vanne (6 réglages minimum) est calculé en m^3/min normalisés à partir des données du débitmètre et se fonde sur la méthode prescrite par le fabricant. Le

▼B

débit d'air est ensuite converti comme suit en débit de la pompe (V_0), exprimé en m^3/tr à la température et à la pression absolues à l'entrée de la pompe:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101{,}3}{p_A}$$

où:

Q_s = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s

T = température à l'orifice d'aspiration de la pompe, en K

p_A = pression absolue à l'orifice d'aspiration de la pompe (p_B-p_1), en kPa

n = débit de la pompe, en tr/s

Afin de tenir compte de l'interaction des variations de pression à la pompe et du taux de glissement de la pompe, la fonction de corrélation (X_0) entre le débit de la pompe, la pression différentielle de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement et la pression absolue à l'orifice de refoulement de la pompe est déterminée comme suit:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

où:

Δp_p = pression différentielle de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement de la pompe, en kPa

p_A = pression de refoulement absolue à l'orifice de refoulement de la pompe, en kPa

Un ajustement linéaire pour les moindres carrés est réalisé comme suit afin de fournir l'équation d'étalonnage:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

D_0 et m sont respectivement les constantes et les pentes qui décrivent les droites de régression.

Pour un système CVS à plusieurs gammes de vitesse, les courbes d'étalonnage générées pour les différentes gammes de débit de la pompe doivent être plus ou moins parallèles et les valeurs d'intercepte (D_0) augmentent au fur et à mesure que la gamme de débit de la pompe baisse.

Les valeurs dérivées de l'équation se situent à ± 0,5 % de la valeur mesurée de V_0. Les valeurs de m varient d'une pompe à l'autre. Un débit entrant de particules dans le temps réduit le glissement de la pompe, ce que les valeurs les plus basses de m reflètent. Par conséquent, l'étalonnage doit être exécuté au démarrage de la pompe, après un gros entretien et lorsque la vérification du système complet (point 2.4) indique une variation du taux de glissement.

2.3. **Étalonnage du venturi à écoulement critique (CFV)**

L'étalonnage du CFV repose sur l'équation d'écoulement d'un venturi critique. L'écoulement du gaz dépend de la pression et de la température d'aspiration (voir ci-dessous):

$$Q_s = K_v \times \frac{p_A}{\sqrt{T}}$$

où:

K_v = coefficient d'étalonnage

p_A = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

T = température à l'entrée du venturi, en K

▼B

2.3.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_s) à chaque réglage de l'étrangleur (8 réglages minimum) est déterminé, conformément à la méthode prescrite par le fabricant, en m^3/min normalisés à partir des données du débitmètre. Le coefficient d'étalonnage est calculé comme suit à partir des données d'étalonnage collectées pour chaque réglage:

$$K_v = Q_s \times \frac{\sqrt{T}}{p_A}$$

où:

Q_s = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s

T = température à l'entrée du venturi, en K

p_A = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

Pour déterminer la plage de l'écoulement critique, K_V est tracé comme une fonction de la pression d'entrée du venturi. Pour l'écoulement critique (réduit), K_V possède une valeur relativement constante. Au fur et à mesure que la pression baisse (la dépression augmente), le venturi s'agrandit et K_V diminue, ce qui montre que le CFV fonctionne en dehors de la gamme admissible.

Le K_V moyen et l'écart type doivent être calculés pour huit points minimum situés dans la région de l'écoulement critique. L'écart type ne doit pas dépasser ± 0,3 % du K_V moyen.

▼M1

2.4. **Étalonnage du venturi subsonique (SSV)**

L'étalonnage du SSV repose sur l'équation d'écoulement d'un venturi subsonique. L'écoulement du gaz dépend de la pression et de la température d'aspiration ainsi que de la baisse de pression entre l'entrée et le col du SSV.

2.4.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_{SSV}) présent à chaque position de vanne (16 réglages minimum) est calculé en m^3/min normalisés à partir des données du débitmètre et se fonde sur la méthode prescrite par le fabricant. Le coefficient de décharge est calculé comme suit à partir des données d'étalonnage collectées pour chaque réglage:

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

où:

Q_{SSV} = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s

T = température à l'entrée du venturi, en K

d = diamètre du col du SSV, en m

r_p = rapport entre les pressions statiques absolues au col et à l'entrée du SSV =

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

r_D = rapport entre le diamètre d du col du SSV et le diamètre intérieur du tuyau d'admission =

$$\frac{d}{D}$$

▼M1

Pour déterminer la plage de l'écoulement subsonique, C_d est tracé comme une fonction du nombre de Reynolds au col du SSV. Le Re au col du SSV est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$\mathrm{Re} = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

où:

A_1 = série de constantes et de conversions d'unités

$$= 25{,}55152 \left(\frac{1}{m^3}\right)\left(\frac{\min}{s}\right)\left(\frac{mm}{m}\right)$$

Q_{SSV} = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s

d = diamètre du col du SSV, en m

μ = viscosité absolue ou dynamique du gaz, calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S+T} = \frac{bT^{1/2}}{1+\frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

b = constante empirique $= 1{,}458 \times 10^6 \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$

S = constante empirique = 110,4 K

Étant donné que Q_{SSV} est utilisé dans la formule servant à calculer Re, il faut commencer les calculs avec une valeur initiale estimée de Q_{SSV} ou de C_d du venturi d'étalonnage et les répéter jusqu'à ce que les valeurs de Q_{SSV} convergent. La méthode de convergence doit avoir une exactitude d'au moins 0,1 %.

Pour un minimum de seize points situés dans la région de l'écoulement subsonique, les valeurs de C_d calculées à partir de l'équation résultante d'ajustement de la courbe d'étalonnage doivent se situer à ± 0,5 % de la valeur de C_d pour chaque point d'étalonnage.

▼B

►M1 2.5. ◄ **Vérification du système complet**

La précision totale du système de prélèvement CVS et du système d'analyse est déterminée en introduisant une masse connue d'un gaz polluant dans le système utilisé normalement. Le polluant est analysé et la masse est dérivée conformément à l'annexe III, appendice 2, point 4.3, sauf dans le cas du propane où un facteur de 0,000472 est utilisé à la place de 0,000479 pour les HC. L'une ou l'autre des deux techniques suivantes est appliquée.

►M1 2.5.1. ◄ *Mesure à l'aide d'un orifice à écoulement critique*

Une quantité connue de gaz pur (monoxyde de carbone ou propane) est introduite dans le système CVS via un orifice à écoulement critique étalonné. Si la pression d'entrée est suffisamment élevée, le débit ajusté au moyen de l'orifice à écoulement critique est indépendant de la pression de sortie de l'orifice (≡ écoulement critique). Le système CVS fonctionne pendant 5 à 10 minutes environ comme lors d'un essai normal de mesure des émissions de gaz d'échappement. Un échantillon de gaz est analysé à l'aide de l'équipement habituel (sac de prélèvement ou méthode d'intégration) et la masse de gaz est calculée. La masse ainsi déterminée se situe à ± 3 % de la masse connue de gaz injecté.

►M1 2.5.2. ◄ *Mesure à l'aide d'une technique gravimétrique*

Le poids d'une petite bouteille remplie de monoxyde de carbone ou de propane est déterminé avec une précision de ± 0,01 gramme. Pendant 5 à 10 minutes environ, le système CVS fonctionne comme lors d'un essai normal de mesure des émissions de gaz d'échappement lorsque le

▼B

monoxyde de carbone ou le propane est injecté dans le système. La quantité de gaz pur libérée est déterminée par pesée différentielle. Un échantillon de gaz est analysé à l'aide de l'équipement habituel (sac de prélèvement ou méthode d'intégration) et la masse de gaz est calculée. La masse ainsi déterminée doit se situer à ± 3 % de la masse connue de gaz injecté.

▼M1

3. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME DE MESURE DES PARTICULES

3.1. **Introduction**

L'étalonnage de la mesure des particules est limité aux débitmètres utilisés pour déterminer le débit de prélèvement et le taux de dilution. Chaque débitmètre est étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences d'exactitude de la présente directive. La méthode d'étalonnage à utiliser est décrite au point 3.2.

3.2. **Mesure du débit**

3.2.1. *Étalonnage périodique*

— Pour satisfaire aux exigences d'exactitude absolue des mesures de débit comme spécifié au point 2.2 de l'appendice 4 de la présente annexe, le débitmètre ou les instruments de mesure du débit sont étalonnés en utilisant un débitmètre précis répondant aux normes internationales et/ou nationales.

— Si le débit du prélèvement de gaz est déterminé en mesurant le débit différentiel, le débitmètre ou l'instrument de mesure du débit est étalonné à l'aide d'une des procédures suivantes, de manière à ce que le débit q_{mp} dans le tunnel satisfasse aux exigences d'exactitude prescrites au point 4.2.5.2 de l'appendice 4 de la présente annexe:

a) Le débitmètre mesurant q_{mdw} est connecté en série avec le débitmètre mesurant q_{mdew}. La différence entre les deux débitmètres est étalonnée pour au moins cinq points de réglage, les valeurs de débit étant espacées de manière égale entre la valeur la plus basse de q_{mdw} utilisée durant l'essai et la valeur de q_{mdew} utilisée durant l'essai. Le tunnel de dilution peut être contourné.

b) Un dispositif étalonné de mesure du débit massique est connecté en série avec le débitmètre mesurant q_{mdew} et l'exactitude est vérifiée pour la valeur utilisée durant l'essai. Le dispositif étalonné de mesure du débit massique est ensuite connecté en série avec le débitmètre mesurant q_{mdw} et l'exactitude est vérifiée pour au moins cinq réglages correspondant à des taux de dilution de 3 à 50, par rapport à la valeur de q_{mdew} utilisée durant l'essai.

c) Le tube de transfert TT est déconnecté de l'échappement et un dispositif étalonné de mesure du débit avec une plage appropriée pour mesurer q_{mp} est connecté au tube de transfert. q_{mdew} est ensuite réglé sur la valeur utilisée pendant l'essai et q_{mdw} réglé successivement à au moins cinq valeurs correspondant à des taux de dilution q entre 3 et 50. À titre de variante, une voie spéciale peut être mise en place pour l'étalonnage, par laquelle le tunnel est contourné mais l'air total et l'air de dilution passent dans les débitmètres correspondants comme dans l'essai proprement dit.

d) Un gaz marqueur est introduit dans le tube de transfert d'échappement TT. Ce gaz marqueur peut être un composant des gaz d'échappement, comme le CO_2 ou des NO_x. Après dilution dans le tunnel, on mesure le gaz marqueur pour cinq taux de dilution entre 3 et 50. L'exactitude du débit du prélèvement est déterminée à partir du taux de dilution r_d:

$$q_{mp} = \frac{q_{mdew}}{r_d}$$

— L'exactitude des analyseurs de gaz d'échappement est prise en considération pour garantir l'exactitude de q_{mp}.

▼M1

3.2.2. *Vérification du flux de carbone*

— Il est recommandé de procéder à une vérification du flux de carbone à l'aide de gaz d'échappement réels pour détecter les problèmes de mesure et de contrôle, et pour vérifier le bon fonctionnement du système en dérivation. La vérification du flux de carbone doit être effectuée au moins chaque fois qu'un nouveau moteur est installé ou qu'une modification importante est apportée à la chambre d'essai.

— Le moteur doit fonctionner à la charge de couple maximale et au régime maximal ou dans tout autre mode stabilisé produisant 5 % de CO_2 ou plus. Le système de prélèvement en dérivation doit fonctionner avec un facteur de dilution d'environ 15 à 1.

— Si une vérification du flux de carbone est effectuée, la procédure indiquée à l'appendice 6 de la présence annexe est appliquée. Les débits de carbone sont calculés conformément aux points 2.1 à 2.3 de l'appendice 6 de la présente annexe. Les débits de carbone doivent se situer tous dans une fourchette de 6 %

3.2.3. *Vérification avant essai*

— Dans les 2 heures qui précèdent l'essai, une vérification est effectuée comme suit:

— Selon la même méthode que celle utilisée pour l'étalonnage (voir point 3.2.1), l'exactitude des débitmètres est vérifiée pour au moins deux points, y compris les valeurs de q_{mdw} qui correspondent à des taux de dilution compris entre 5 et 15 pour la valeur de q_{mdew} utilisée pendant l'essai.

— Si les valeurs enregistrées par la procédure d'étalonnage décrite au point 3.2.1 permettent de démontrer que l'étalonnage des débitmètres est stable sur une période plus longue, il n'est pas nécessaire d'effectuer la vérification avant essai.

3.3. **Détermination du temps de transformation (systèmes de dilution en dérivation pour l'essai ETC uniquement)**

— Les réglages du système pour l'évaluation du temps de transformation doivent être les mêmes que ceux utilisés pour les mesures durant l'essai proprement dit. Le temps de transformation est déterminé selon la méthode suivante.

— Un débitmètre de référence indépendant ayant une plage de mesure adaptée au débit dans la sonde est monté en série avec la sonde et connecté à celle-ci. Le temps de transformation de ce débitmètre doit être inférieur à 100 ms pour le palier de débit utilisé lors de la mesure du temps de réponse, avec une restriction du débit suffisamment basse pour ne pas altérer la performance dynamique du système de dilution en dérivation et conforme aux règles de l'art.

— Le débit de gaz d'échappement dans le système de dilution en dérivation (ou le débit d'air si on calcule le débit de gaz d'échappement) est modifié par paliers, en partant d'un débit faible jusqu'à atteindre au moins 90 % de la pleine échelle. Le déclencheur de la variation par paliers doit être le même que celui utilisé pour démarrer le contrôle anticipatif lors de l'essai proprement dit. L'impulsion de variation par paliers du débit de gaz d'échappement et la réponse du débitmètre sont enregistrées à une fréquence d'au moins 10 *Hz*.

— Sur la base de ces données, on détermine le temps de transformation du système de dilution en dérivation, qui est le temps écoulé entre le déclenchement de l'impulsion de variation et le moment où la réponse du débitmètre a atteint 50 %. De la même manière, on détermine le temps de transformation du signal q_{mp} du système de dilution en dérivation et du signal $q_{mew,i}$ du débitmètre d'échappement. Ces signaux sont utilisés lors des contrôles de régression effectués après chaque essai (voir point 3.8.3.2 de l'appendice 2 de la présente annexe).

— Le calcul est répété pour au moins 5 impulsions de croissance et de décroissance et la moyenne des résultats est établie. Le temps de transformation interne (< 100 ms) du débitmètre de référence est soustrait de cette valeur. On obtient ainsi la «valeur d'anticipation» du système de dilution en dérivation, qui est appliquée conformément au point 3.8.3.2 de l'appendice 2 de la présente annexe.

▼M1

3.4. **Vérification des conditions de la dérivation**

La plage de vitesse des gaz d'échappement et les oscillations de pression sont vérifiées et réglées conformément aux exigences du point 2.2.1 de l'annexe V (EP), s'il y a lieu.

3.5. **Intervalles d'étalonnage**

Les instruments de mesure du débit sont étalonnés au moins une fois tous les 3 mois ou à chaque réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

▼B

4. ÉTALONNAGE DE L'ÉQUIPEMENT DE MESURE DES FUMÉES

4.1. **Introduction**

L'opacimètre est étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences de précision de la présente directive. La méthode d'étalonnage à appliquer est décrite sous ce point pour les éléments repris à l'annexe III, appendice 4, point 5, et à l'annexe V, point 3.

4.2. **Procédure d'étalonnage**

4.2.1. *Temps de mise en température*

L'opacimètre est mis en température et stabilisé conformément aux recommandations du fabricant. S'il est équipé d'un système à air de purge destiné à éviter la formation de suies sur l'optique de l'appareil, ce système doit aussi être activé et réglé conformément aux recommandations du fabricant.

4.2.2. *Détermination de la réponse de linéarité*

La linéarité de l'opacimètre est vérifiée en mode de lecture d'opacité conformément aux recommandations du fabricant. Trois filtres neutres qui possèdent une transmittance connue et sont conformes aux exigences de l'annexe III, appendice 4, point 5.2.5, sont installés sur l'opacimètre et la valeur est enregistrée. Les filtres neutres doivent posséder des opacités nominales approximatives de 10 %, 20 % et 40 %.

La linéarité ne doit pas s'écarter de plus de ± 2 % de l'opacité nominale du filtre neutre. Toute non-linéarité supérieure à la valeur susmentionnée doit être corrigée avant l'essai.

4.3. **Intervalles d'étalonnage**

Conformément au point 4.2.2, l'opacimètre est étalonné au moins une fois tous les 3 mois ou à chaque réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

▼M1

Appendice 6

VÉRIFICATION DU FLUX DE CARBONE

1. Introduction

La quasi-totalité du carbone des gaz d'échappement provient du carburant et se présente sous forme de CO_2. Cette vérification s'appuie donc 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 à différents points de prélèvement dans les émissions et les systèmes de prélèvement de particules est déterminé à partir des concentrations de CO_2 et des débits de gaz à ces points.

Dans ce sens, le moteur constitue une source connue de flux de carbone et l'observation de ce même flux de carbone dans le tuyau d'échappement et à la sortie du système de prélèvement PM en dérivation vérifie l'étanchéité et l'exactitude de la mesure du flux. Cette vérification présente l'avantage que les composants opèrent dans les conditions de température et de flux de l'essai réel du moteur.

Le schéma suivant montre les points de prélèvement auxquels les flux de carbone doivent être vérifiés. Les équations spécifiques pour les flux de carbone à chacun des points de prélèvement sont données ci-dessous.

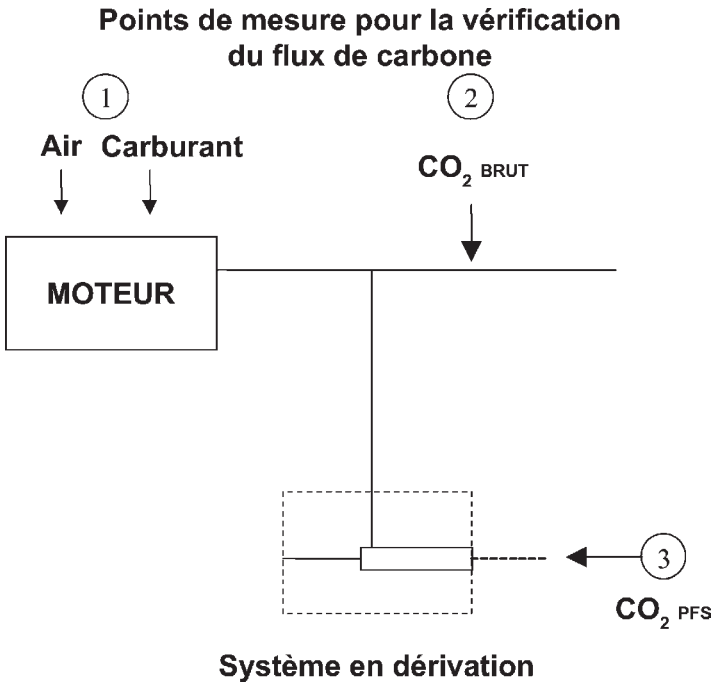


Figure 7

2. CALCULS

2.1. **Débit de carbone dans le moteur (emplacement 1)**

Le débit massique de carbone dans le moteur pour un carburant $CH_\alpha O_\varepsilon$ est donné par l'équation suivante:

$$q_{mCf} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon} \times q_{mf}$$

▼M1

où:

q_{mf} = débit massique du carburant, en kg/s

2.2. **Débit de carbone dans les gaz d'échappement bruts (emplacement 2)**

Le débit massique de carbone dans le tuyau d'échappement du moteur est déterminé à partir de la concentration brute en CO_2 et du débit massique des gaz d'échappement:

$$q_{m\mathrm{Ce}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,r}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100} \right) \times q_{m\mathrm{ew}} \times \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{re}}}$$

où:

$c_{\mathrm{CO2,r}}$ = concentration en CO_2 humide dans les gaz d'échappement bruts, en %

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = concentration en CO_2 humide dans l'air ambiant, en % (environ 0,04 %)

$q_{m\mathrm{ew}}$ = débit massique de gaz d'échappement dans des conditions humides, en kg/s

M_{re} = masse moléculaire des gaz d'échappement

Si le CO_2 est mesuré en conditions sèches, il doit être converti en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 5.2 de l'appendice 1 de la présente annexe.

2.3. **Débit de carbone dans le système de dilution (emplacement 3)**

Le débit de carbone est déterminé à partir de la concentration de CO_2 dilué, du débit massique des gaz d'échappement et du débit du prélèvement:

$$q_{m\mathrm{Cp}} = \left(\frac{c_{\mathrm{CO2,d}} - c_{\mathrm{CO2,a}}}{100} \right) \times q_{m\mathrm{dew}} \times \frac{12{,}011}{M_{\mathrm{re}}} \times \frac{q_{m\mathrm{ew}}}{q_{m\mathrm{p}}}$$

où:

$c_{\mathrm{CO2,d}}$ = concentration en CO_2 humide dans les gaz d'échappement dilués à la sortie du tunnel de dilution, en %

$c_{\mathrm{CO2,a}}$ = concentration en CO_2 humide dans l'air ambiant, en % (environ 0,04 %)

$q_{m\mathrm{dew}}$ = débit massique de gaz d'échappement dilués dans des conditions humides, en kg/s

$q_{m\mathrm{ew}}$ = débit massique de gaz d'échappement dans des conditions humides, en kg/s (systèmes en dérivation uniquement)

q_{mp} = flux du prélèvement de gaz d'échappement dans le système de dilution en dérivation, en kg/s (systèmes en dérivation uniquement)

M_{re} = masse moléculaire des gaz d'échappement

Si le CO_2 est mesuré en conditions sèches, il doit être converti en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 5.2 de l'appendice 1 de la présente annexe.

2.4. La masse moléculaire (M_{re}) des gaz d'échappement est calculée comme suit:

$$M_{\mathrm{re}} = \frac{1 + \frac{q_{mf}}{q_{m\mathrm{aw}}}}{\frac{q_{mf}}{q_{m\mathrm{aw}}} \times \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \times \alpha + 15{,}9994 \times \varepsilon + 14{,}0067 \times \delta + 32{,}065 \times \gamma} + \frac{\frac{H_{\mathrm{a}} \times 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{M_{\mathrm{ra}}}}{1 + H_{\mathrm{a}} \times 10^{-3}}}$$

où:

q_{mf} = débit massique du carburant, en kg/s

▼**M1**

q_{maw} = débit massique de l'air d'admission dans des conditions humides, en kg/s

H_a = humidité de l'air d'admission, en grammes d'eau par kg d'air sec

M_{ra} = masse moléculaire de l'air d'admission sec (= 28,9 g/mol)

$\alpha, \delta, \varepsilon, \gamma$ = rapports molaires se rapportant à un carburant $CH_\alpha O_\delta N_\varepsilon S_\gamma$

Les masses moléculaires suivantes peuvent également être utilisées:

M_{re} (diesel) = 28,9 g/mol

M_{re} (LPG) = 28,6 g/mol

M_{re} (NG) = 28,3 g/mol

▼B

ANNEXE IV

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CARBURANT DE RÉFÉRENCE À UTILISER POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION ET LE CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

▼M1

1.1. **Carburant diesel de référence pour l'essai de conformité des moteurs aux limites d'émission figurant dans la ligne a des tableaux du point 6.2.1 de l'annexe I** ([1])

▼B

Paramètre	Unité	Limites ([2])		Méthode d'essai	Publication
		Minimale	Maximale		
Indice de cétane ([3])		52,0	54,0	EN-ISO 5165	1998 ([4])
Densité à 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675	1995
Distillation:					
— point à 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— point à 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— point d'ébullition final	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Point d'éclair	°C	55	—	EN 27719	1993
TLF	°C	—	- 5	EN 116	1981
Viscosité à 40 °C	mm^2/s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Teneur en soufre ([5])	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 ([4])
Corrosion lame de cuivre		—	1	EN-ISO 2160	1995
Résidu Conradson (10 % DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Teneur en cendres	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Teneur en eau	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Indice de neutralisation (acidité forte)	KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ([4])
Stabilité à l'oxydation ([6])	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Nouvelle méthode plus appropriée en cours d'élaboration pour les aromatiques polycycliques	% m/m	—	—	EN 12916	[2000] ([4])

([1]) S'il est nécessaire de calculer l'efficacité thermique d'un moteur ou d'un véhicule, le pouvoir calorifique du carburant peut être calculé à partir de:

énergie spécifique (pouvoir calorifique)(net) en MJ/kg = $(46{,}423 - 8{,}792d^2 + 3{,}170d)(1 - (x + y + s)) + 9{,}420s - 2{,}499x$

étant entendu que:

d = la densité à 15 °C

x = la proportion en masse d'eau (%/100)

y = la proportion en masse de cendres (%/100)

s = la proportion en masse de soufre (%/100).

([2]) Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des «valeurs réelles». Lors de l'établissement des valeurs limites, on a appliqué les termes de la norme ISO 4259 Produits pétroliers - Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai, et, lors de la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est 4R (R: reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons statistiques, le fabricant d'un carburant devra néanmoins viser la valeur zéro lorsque le maximum stipulé est de 2R, et la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

▼B

(3) La gamme fixée pour l'indice de cétane n'est pas conforme à l'exigence d'une gamme minimale de 4R. Cependant, en cas de litige entre le fournisseur et l'utilisateur de carburant, les termes de la norme ISO 4259 peuvent être utilisés à condition de répéter les mesures un nombre suffisant de fois pour atteindre la précision nécessaire plutôt que d'effectuer des déterminations isolées.

(4) Le mois de publication sera complété en temps utile.

(5) La teneur effective en soufre du carburant utilisé pour les essais du type I est rapportée. En outre, la teneur en soufre du carburant de référence utilisé pour approuver un véhicule ou un moteur par rapport aux valeurs limites indiquées à la ligne B du tableau du point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive doit avoir une teneur maximale en soufre de 50 ppm. La Commission proposera dès que possible une modification de la présente annexe pour refléter la moyenne du marché en ce qui concerne la teneur en soufre pour le carburant défini à l'annexe IV de la directive 98/70/CE.

(6) Même si la stabilité à l'oxydation est contrôlée, il est probable que la durée de conservation sera limitée. Le fournisseur doit donner son avis sur les conditions et la durée de stockage.

▼M1

1.2. **Carburant diesel de référence pour l'essai de conformité des moteurs aux limites d'émission figurant dans les lignes b1, B2 ou c des tableaux du point 6.2.1 de l'annexe I**

Paramètre	Unité	Limites ([1])		Méthode d'essai
		minimum	maximum	
Indice de cétane ([2])		52,0	54,0	EN-ISO 5165
Densité à 15 °C	kg/m^3	833	837	EN-ISO 3675
Distillation:				
point à 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405
point à 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405
— Point d'ébullition final	°C	—	370	EN-ISO 3405
Point d'éclair	°C	55	—	EN 22719
TLF	°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	6,0	IP 391
Teneur en soufre ([3])	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Corrosion lame de cuivre		—	Classe 1	EN-ISO 2160
Résidu Conradson (10 % DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370
Teneur en cendres	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245
Teneur en eau	% m/m	—	0,02	EN-ISO 12937
Indice de neutralisation (acidité forte)	KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation ([4])	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Onctuosité (diamètre de la marque d'usure à l'issue du test HFRR à 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
Esters méthyliques d'acides gras	Interdits			

([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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'un maximum et d'un minimun, la différence minimale entre ces valeurs est 4R (R = reproductibilité).

Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications par un carburant, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

([2]) La gamme fixée pour l'indice de cétane n'est pas conforme à l'exigence d'une gamme minimale de 4R. Cependant, en cas de différend 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 l'exactitude nécessaire, ceci étant préférable à des mesures uniques.

([3]) Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais du type I.

([4]) Même si la stabilité à l'oxydation est contrôlée, il est probable que la durée de conservation sera limitée. Le fournisseur doit donner son avis sur les conditions et la durée de stockage.

▼B

►M1 1.3. ◄ **Éthanol pour moteurs Diesel** (1)

Paramètre	Unité	Limites (2)		Méthode d'essai (3)
		Minimale	Maximale	
Alcool, masse	% m/m	92,4	—	ASTM D 5501
Autre alcool que l'éthanol contenu dans l'alcool total, masse	% m/m	—	2	ADTM D 5501
Densité à 15 °C	kg/m^3	795	815	ASTM D 4052
Teneur en cendres	% m/m		0,001	ISO 6245
Point d'éclair	°C	10		ISO 2719
Acidité, calculée sous forme d'acide acétique	% m/m	—	0,0025	ISO 1388-2
Indice de neutralisation (acidité forte)	KOH mg/l	—	1	
Couleur	Selon l'échelle	—	10	ASTM D 1209
Résidu sec à 100 °C	mg/kg		15	ISO 759
Teneur en eau	% m/m		6,5	ISO 760
Aldéhydes, calculés sous forme d'acide acétique	% m/m		0,0025	ISO 1388-4
Teneur en soufre	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Esters, calculés sous forme d'éther acétique	% m/m	—	0,1	ASSTM D 1617

(1) Un additif améliorant l'indice de cétane, conforme aux spécifications du constructeur du moteur, peut être ajouté à l'éthanol. La quantité maximale autorisée est de 10 % m/m.

(2) Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des «valeurs vraies». Lors de l'établissement des valeurs limites, on a appliqué les termes de la norme ISO 4259 Produits pétroliers — Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai et, lors de la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est égale à 4R (R: reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons statistiques, le fabricant d'un carburant devra néanmoins viser la valeur zéro lorsque le maximum stipulé est de 2R et la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

(3) Des méthodes ISO équivalentes seront adoptées dès leur publication pour l'ensemble des propriétés indiquées ci-dessus.

▼B

2. GAZ NATUREL (GN)

Les carburants du marché européen sont disponibles en deux gammes:

— la gamme H, dont les carburants de référence extrême sont les carburants G_R et G_{23},

— la gamme L, dont les carburants de référence extrême sont les carburants G_{23} et G_{25}.

Les caractéristiques des carburants de référence G_R, G_{23} et G_{25} sont récapitulées ci-après:

Carburant de référence G_R

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		87	84	89	
Éthane		13	11	15	
Bilan (1)	% mole	—	—	1	ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes $+C_{2+}$.

(2) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

Carburant de référence G_{23}

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		92,5	91,5	93,5	
Bilan (1)	% mole	—	—	1	ISO 6974
N_2		7,5	6,5	8,5	
Teneur en soufre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes (autres que N_2) + C_2 + C_{2+}.

(2) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

Carburant de référence G_{25}

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		86	84	88	
Bilan (1)	% mole	—	—	1	ISO 6974
N_2		14	12	16	
Teneur en soufre	mg/m^3 (2)	—	—	10	ISO 6326-5

(1) Inertes (autres que N_2) + C_2 + C_{2+}.

(2) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

▼M1

3. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES CARBURANTS GPL DE RÉFÉRENCE

A. **Caractéristiques techniques des carburants GPL de référence à utiliser pour l'essai de véhicules en fonction des valeurs limites d'émission indiquées à la ligne A des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I**

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Méthode d'essai
Composition:				ISO 7941
Teneur en C_3	% vol	50 ± 2	85 ± 2	
Teneur en C_4	% vol	reste	reste	
$< C_3$, $> C_4$	% vol	maximum 2	maximum 2	
Oléfines	% vol	maximum 12	maximum 14	
Résidu d'évaporation	mg/kg	maximum 50	maximum 50	ISO 13757
Eau à 0 °C		néant	néant	inspection visuelle
Teneur totale en soufre	mg/kg	maximum 50	maximum 50	EN 24260
Sulfure d'hydrogène		néant	Néant	ISO 8819
Corrosion à lame de cuivre	Évaluation	Classe 1	Classe 1	ISO 6251 (1)
Odeur		caractéristique	caractéristique	
Indice d'octane moteur		minimum 92,5	minimum 92,5	EN 589 Annexe B

(1) Il se peut que cette méthode ne détermine pas avec exactitude la présence de matières corrosives si le prélèvement contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres substances chimiques qui diminuent la corrosivité du prélèvement sur la lame de cuivre. Par conséquent, il est interdit d'ajouter des composés de cette nature dans le seul but de biaiser la méthode d'essai.

B. **Caractéristiques techniques des carburants GPL de référence à utiliser pour l'essai de véhicules en fonction des valeurs limites d'émission indiquées aux lignes B1, B2 ou C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I**

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Méthode d'essai
Composition:				ISO 7941
Teneur en C_3	% vol	50 ± 2	85 ± 2	
Teneur en C_4	% vol	reste	reste	
$< C_3$, $> C_4$	% vol	maximum 2	maximum 2	
Oléfines	% vol	maximum 12	maximum 14	
Résidu d'évaporation	mg/kg	maximum 50	maximum 50	ISO 13757
Eau à 0 °C		néant	néant	inspection visuelle
Teneur totale en soufre	mg/kg	maximum 10	maximum 10	EN 24260
Sulfure d'hydrogène		néant	Néant	ISO 8819
Corrosion à lame de cuivre	évaluation	Classe 1	Classe 1	ISO 6251 (1)
Odeur		caractéristique	caractéristique	

▼M1

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Méthode d'essai
Indice d'octane moteur		minimum 92,5	minimum 92,5	EN 589 Annexe B

(1) Il se peut que cette méthode ne détermine pas avec exactitude la présence de matières corrosives si le prélèvement contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres substances chimiques qui diminuent la corrosivité du prélèvement sur la lame de cuivre. Par conséquent, il est interdit d'ajouter des composés de cette nature dans le seul but de biaiser la méthode d'essai.

▼B

ANNEXE V

SYSTÈMES D'ANALYSE ET DE PRÉLÈVEMENT

1. DÉTERMINATION DES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS

1.1. **Introduction**

Le point 1.2 et les figures 7 et 8 contiennent des descriptions détaillées des systèmes de prélèvement et d'analyse recommandés. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte aux figures 7 et 8 n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs, peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion repose sur une bonne appréciation technique.

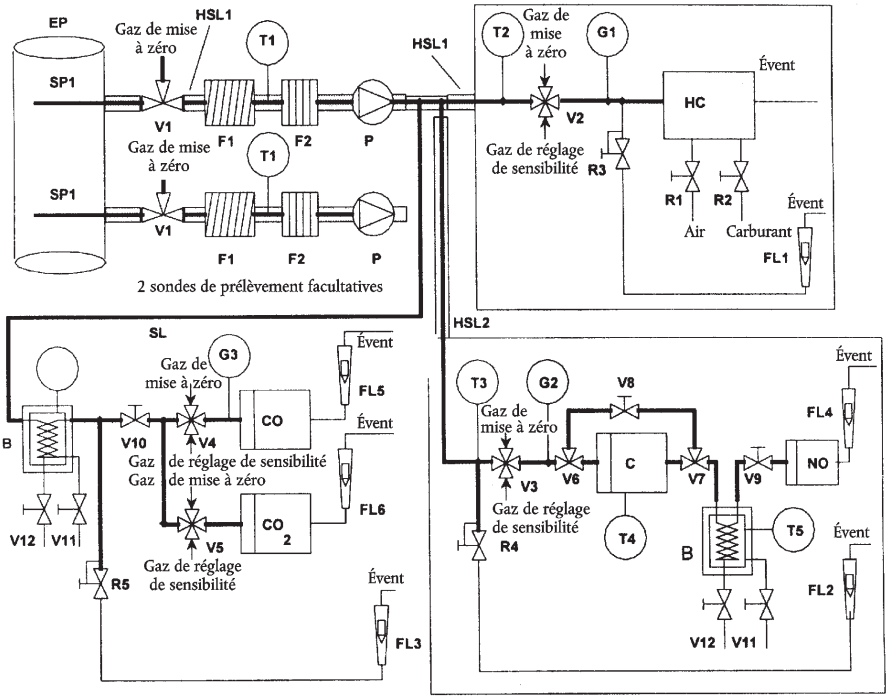


Figure 7

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement bruts pour le CO, le CO_2, les NO_x et les HC (Essai ESC uniquement)

1.2. **Description du système d'analyse**

On trouvera ci-après la description d'un système d'analyse destiné à la détermination des émissions de gaz contenus dans les gaz d'échappement bruts (figure 7, essai ESC uniquement) ou dilués (figure 8, essais ETC et ESC) et fondé sur l'utilisation:

— d'un analyseur HFID pour la mesure des hydrocarbures,

— d'un analyseur NDIR pour la mesure du monoxyde et du dioxyde de carbone,

— d'un analyseur HCLD ou d'un analyseur équivalent pour la mesure des oxydes d'azote.

L'échantillon de tous les éléments constitutifs peut être prélevé à l'aide d'une sonde ou de deux sondes de prélèvement installées à proximité immédiate l'une de l'autre et réparties au niveau interne vers les différents

▼B

analyseurs. Il convient de veiller à éviter la condensation d'éléments constitutifs des gaz d'échappement (y compris l'eau et l'acide sulfurique) en tout point du système d'analyse.

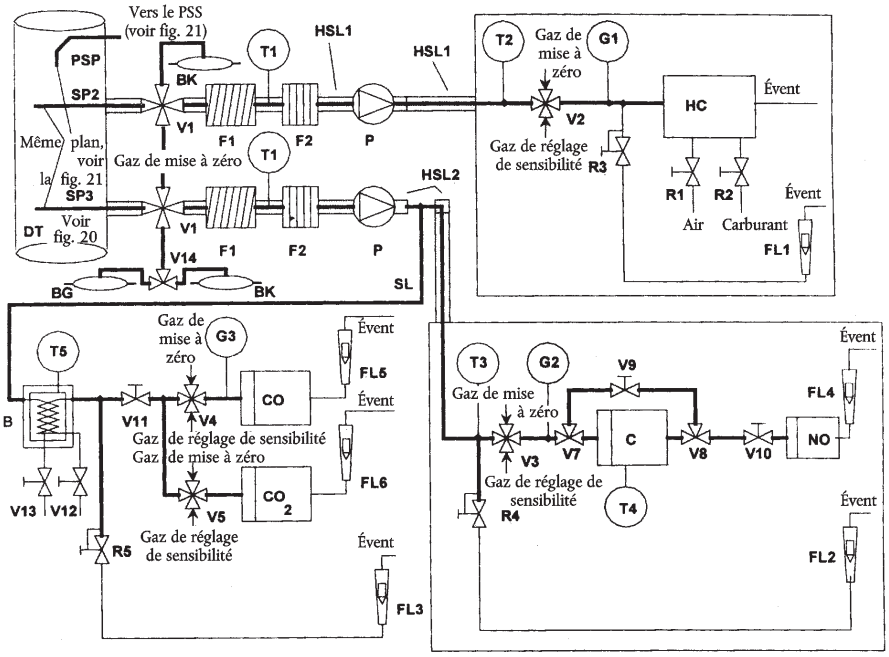


Figure 8

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement dilués pour le CO, le CO_2, les NO_x et les HC (Essai ETC, essai ESC en option)

1.2.1. *Éléments des figures 7 et 8*

EP Tuyau d'échappement

SP1 Sonde de prélèvement de gaz d'échappement (figure 7 uniquement)

Il est recommandé d'utiliser une sonde droite en acier inoxydable pourvue de plusieurs trous et fermée au bout. Son diamètre intérieur n'est pas supérieur à celui de la conduite de prélèvement. Son épaisseur de paroi n'excède pas 1 mm. 3 trous minimum sont pratiqués dans 3 plans radiaux différents dimensionnés pour prélever approximativement le même débit. La sonde doit s'étendre sur 80 % au moins du diamètre du tuyau d'échappement. Une ou deux sondes de prélèvement peuvent être utilisées.

SP2 Sonde de prélèvement de HC dans des gaz d'échappement dilués (figure 8 uniquement)

La sonde doit:

— être définie comme la première portion de 254 mm à 762 mm de la conduite de prélèvement chauffée HSL1,

— posséder un diamètre intérieur minimal de 5 mm,

— être installée dans le tunnel de dilution DT (voir le point 2.3, figure 20) en un emplacement caractérisé par un excellent mélange de l'air de dilution et des gaz d'échappement (c'est-à-dire à environ 10 diamètres de tunnel en aval du point d'entrée des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution),

— être à une distance (radiale) suffisante d'autres sondes et de la paroi du tunnel afin de ne pas être influencée par des sillages ou des tourbillons,

— être chauffée afin de porter la température du flux de gaz à 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C) à la sortie de la sonde.

▼B

SP3 Sonde de prélèvement de CO, de CO_2 et de NO_x dans les gaz d'échappement dilués (figure 8 uniquement)

La sonde doit:

— se situer dans le même plan que la sonde SP2,

— être à une distance (radiale) suffisante d'autres sondes et de la paroi du tunnel afin de ne pas être influencée par des sillages ou des tourbillons,

— être chauffée et isolée sur toute sa longueur jusqu'à une température minimale de 328 K (55 °C) afin d'éviter la condensation d'eau.

HSL1 Conduite de prélèvement chauffée

La conduite de prélèvement fournit, à partir d'une sonde isolée, un échantillon de gaz au(x) point(s) de division et à l'analyseur de HC.

La conduite de prélèvement doit:

— posséder un diamètre intérieur de 5 mm au minimum et de 13,5 mm au maximum,

— être en acier inoxydable ou en PTFE,

— maintenir la paroi à une température de 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C) mesurée à chaque section chauffée contrôlée individuellement, si la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde de prélèvement est égale ou inférieure à 463 K (190 °C),

— maintenir la paroi à une température supérieure à 453 K (180 °C), si la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde de prélèvement est supérieure à 463 K (190 °C),

— maintenir les gaz à une température de 463 K ± 10 K (190 °C ± 10 °C) juste avant le filtre chauffé F2 et l'analyseur HFID.

HSL2 Conduite de prélèvement de NO_x chauffée

La conduite de prélèvement doit:

— maintenir la paroi à une température de 328 K à 473 K (55 °C à 200 °C), jusqu'au convertisseur C en présence d'un bain de refroidissement B et jusqu'à l'analyseur en l'absence d'un bain de refroidissement B,

— être en acier inoxydable ou en PTFE.

SL Ligne de prélèvement de CO et de CO_2

La conduite est en PTFE ou en acier inoxydable. Elle peut être chauffée ou non.

BK Sac à air de dilution (option; figure 8 uniquement)

Pour le prélèvement des concentrations de l'air de dilution.

BG Sac de prélèvement (option; figure 8 uniquement pour le CO et le CO_2)

Pour le prélèvement des concentrations de l'échantillon.

F1 Préfiltre chauffé (option)

Il doit être maintenu à la même température que HSL1.

F2 Filtre chauffé

Le filtre extrait toutes les particules solides des gaz prélevés avant l'analyseur. Il doit être maintenu à la même température que HSL1. Il doit être remplacé chaque fois que cela est nécessaire.

P Pompe de prélèvement chauffée

La pompe doit être chauffée à la même température que HSL1.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme chauffé (HFID) utilisé pour la mesure des hydrocarbures. Il doit être maintenu à une température de 453 K à 473 K (180 °C à 200 °C).

CO, CO_2

Analyseurs NDIR pour la mesure du monoxyde et du dioxyde de carbone (facultatif pour la détermination du taux de dilution dans le cas d'une mesure des PT).

▼B

NO

Analyseur CLD ou HCLD pour la mesure des oxydes d'azote. Si un analyseur HCLD est utilisé, il doit être maintenu à une température de 328 K à 473 K (55 °C à 200 °C).

C Convertisseur

Un convertisseur est utilisé pour procéder à la réduction catalytique de NO_2 en NO avant une analyse dans le CLD ou le HCLD.

B Bain de refroidissement (option)

Pour le refroidissement et la condensation de l'eau contenue dans les gaz d'échappement prélevés. Le bain doit être maintenu à une température de 273 K à 277 K (0 °C à 4 °C) par de la glace ou un système de refroidissement. Il est facultatif si l'analyseur n'est pas perturbé par des vapeurs d'eau (voir l'annexe III, appendice 5, points 1.9.1 et 1.9.2). Si l'eau est éliminée par condensation, la température des gaz prélevés ou le point de rosée doit être surveillé soit dans le piège à eau, soit en aval. La température des gaz prélevés ou le point de rosée ne doit pas dépasser 280 K (7 °C). Des sécheurs chimiques ne peuvent pas être utilisés pour éliminer l'eau de l'échantillon.

T1, T2, T3 Capteurs de température

Pour la surveillance de la température du flux de gaz.

T4 Capteur de température

Pour la surveillance de la température du convertisseur NO_2 — NO.

T5 Capteur de température

Pour la surveillance de la température du bain de refroidissement.

G1, G2, G3 Manomètres

Pour la mesure de la pression dans les conduites de prélèvement.

R1, R2 Régulateurs de pression

Pour le contrôle de la température de l'air et du carburant pour le HFID.

R3, R4, R5 Régulateurs de pression

Pour le contrôle de la pression dans les conduites de prélèvement et du débit vers les analyseurs.

FL1, FL2, FL3 Débitmètres

Pour la surveillance du débit dérivé de l'échantillon.

FL4 à FL6 Débitmètres (option)

Pour la surveillance du débit à travers les analyseurs.

V1 à V5 Robinets sélecteurs

Robinets permettant d'envoyer au choix les gaz d'échappement prélevés, le gaz de réglage de sensibilité et d'un gaz de mise à zéro dans les analyseurs.

V6, V7 Robinets électromagnétiques

Pour le contournement du convertisseur NO_2 — NO.

V8 Robinet à pointeau

Pour le réglage du débit à travers le convertisseur NO_2 — NO C et de la dérivation.

V9, V10 Robinets à pointeau

Pour le réglage des débits vers les analyseurs.

V11, V12 Robinets de purge (option)

Pour la vidange du condensat du bain B.

1.3. **Analyse des NMHC (moteurs à essence fonctionnant au gaz naturel uniquement)**

1.3.1. *Méthode de chromatographie en phase gazeuse (CG, figure 9)*

Lorsque la méthode CG est appliquée, un faible volume mesuré d'échantillon est injecté sur une colonne d'analyse au travers de laquelle il est balayé par un gaz porteur inerte. La colonne sépare les divers éléments

▼B

constitutifs selon leurs points d'ébullition afin qu'ils éluent de la colonne à des moments différents. Ils traversent ensuite un détecteur qui envoie un signal électrique en fonction de leur concentration. Cette technique d'analyse n'étant pas continue, elle peut uniquement être combinée à la méthode de prélèvement en sacs qui est décrite à l'annexe III, appendice 4, point 3.4.2.

Pour des NMHC, il convient d'opter pour un CG automatique équipé d'un FID. Les gaz d'échappement sont prélevés dans un sac dont une partie seulement est prélevée et injectée dans le CG. L'échantillon est séparé en deux parties (CH_4/air/CO et NMHC/CO_2/H_2O) sur la colonne de Porapak. La colonne avec tamis moléculaire sépare le CH_4 de l'air et du CO avant de l'envoyer dans le FID où sa concentration est mesurée. Un cycle complet (temps écoulé entre l'injection de deux échantillons) peut être accompli en 30 s. Pour déterminer les NMHC, la concentration de CH_4 est soustraite de la concentration totale de HC (voir l'annexe III, appendice 2, point 4.3.1).

La figure 9 illustre un chromatographe en phase gazeuse caractéristique monté pour une mesure de routine du CH_4. D'autres méthodes CG peuvent également être appliquées en se fondant sur une bonne appréciation technique.

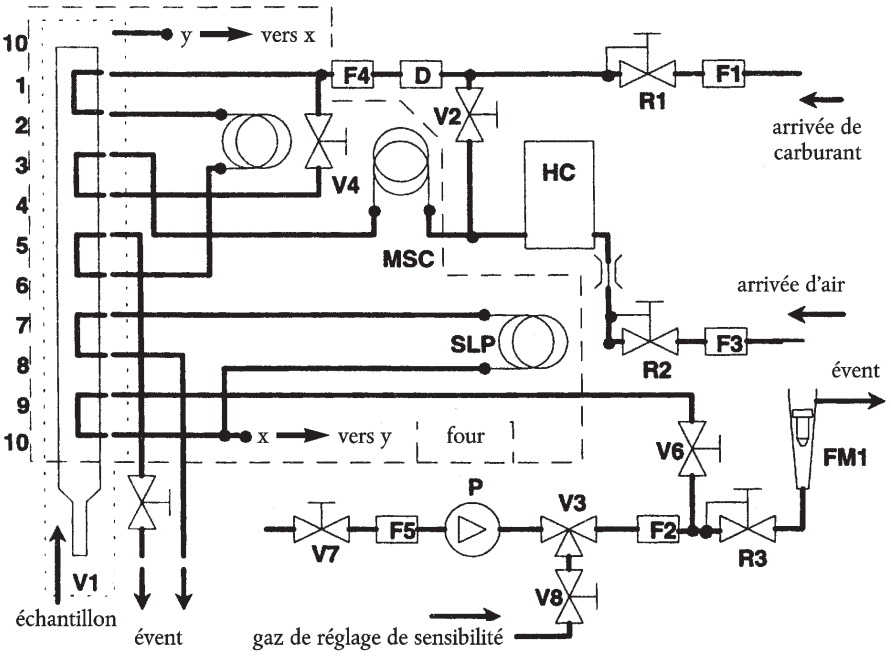


Figure 9

Schéma d'analyse du méthane (méthode CG)

Éléments de la figure 9

PC Colonne de Porapak

Utiliser une colonne de Porapak N, 180/300 µm (maille de 50/80), longueur de 610 mm × diamètre intérieur de 2,16 mm, et la conditionner, avant la première utilisation, pendant au moins 12 heures à 423 K (150 °C) avec un gaz porteur.

MSC Colonne avec tamis moléculaire

Utiliser une colonne du type 13X, 250/350 µm (maille de 45/60), longueur de 1 220 mm × diamètre intérieur de 2,16 mm, et la conditionner, avant la première utilisation, pendant au moins 12 heures à 423 K (150 °C) avec un gaz porteur.

▼B

OV Four

Pour le maintien des colonnes et des robinets à une température stable adaptée au fonctionnement des analyseurs et pour le conditionnement des colonnes à 423 K (150 °C).

SLP Boucle de prélèvement

Une longueur suffisante de tubage en acier inoxydable pour obtenir un volume approximatif de 1 cm^3.

P Pompe

Pour l'acheminement de l'échantillon vers le chromatographe à gaz.

D Sécheur

Un sécheur contenant un tamis moléculaire sert à éliminer l'eau et d'autres contaminants qui sont éventuellement présents dans le gaz porteur.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme (FID) pour mesurer la concentration de méthane.

V1 Robinet d'injection de l'échantillon

Pour l'injection de l'échantillon prélevé dans le sac de prélèvement via le SL de la figure 8. Il doit posséder un faible volume mort, être étanche aux gaz et pouvoir être chauffé à 423 K (150 °C).

V3 Robinet sélecteur

Pour la sélection du gaz de réglage de sensibilité et de l'échantillon ou la fermeture du débit.

V2, V4, V5, V6, V7, V8 Robinets à pointeau

Pour le réglage du débit dans le système.

R1, R2, R3 Régulateurs de pression

Pour le contrôle des débits du carburant (= gaz porteur), de l'échantillon et de l'air.

FC Capillaire

Pour le contrôle du débit d'air vers le FID.

G1, G2, G3 Manomètres

Pour le contrôle des débits du carburant (= gaz porteur), de l'échantillon et de l'air.

F1, F2, F3, F4, F5 Filtres

Filtres en métal fritté pour éviter l'infiltration de grosses particules dans la pompe ou l'instrument.

FL 1

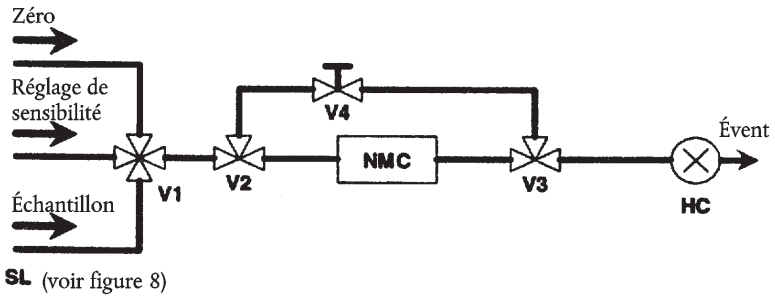
Pour la mesure du débit dérivé de l'échantillon.

1.3.2. *Méthode du séparateur de méthane (NMC, figure 10)*

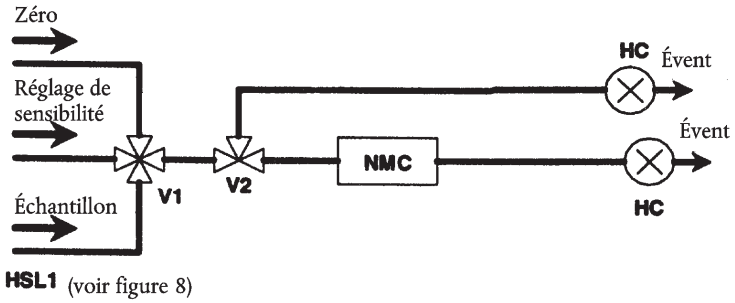
À l'exception du CH_4, le séparateur oxyde tous les hydrocarbures en CO_2 et en H_2O afin que, lors du passage de l'échantillon dans le NMC, seul le CH_4 soit détecté par le FID. Lors d'un prélèvement en sacs, un système de dérivation de débit est installé en SL (voir le point 1.2, figure 8) pour que le débit puisse aisément traverser ou contourner le séparateur conformément à la partie supérieure de la figure 10. Pour la mesure de NMHC, les deux valeurs (HC et CH_4) sont observées sur le FID et enregistrées. Si la méthode d'intégration est appliquée, un NMC en ligne équipé d'un second FID est installé dans HSL1 en parallèle avec le FID normal (voir le point 1.2, figure 8) conformément à la partie inférieure de la figure 10. Pour la mesure de NMHC, les valeurs des deux FID (HC et CH_4) sont observées et enregistrées.

Le séparateur est caractérisé à une température égale ou supérieure à 600 K (327 °C) avant de tester son effet catalyseur sur le CH_4 et le C_2H_6 à des valeurs de H_2O représentatives des conditions d'écoulement des gaz d'échappement. Le point de rosée et le niveau d'O_2 du flux de gaz d'échappement prélevés doivent être connus. La réponse relative du FID au CH_4 doit être enregistrée (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.8.2).

▼B



Méthode de prélèvement en sacs



Méthode d'intégration

Figure 10

Schéma d'analyse du méthane avec le séparateur de méthane (NMC)

Éléments de la figure 10

NMC Séparateur de méthane

Pour l'oxydation de tous les hydrocarbures, à l'exception du méthane.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme chauffé (HFID) pour mesurer les concentrations de HC et de CH_4. Il doit être maintenu à une température de 453 K à 473 K (180 °C à 200 °C).

V1 Robinet sélecteur

Pour la sélection de l'échantillon, du gaz de mise à zéro et du gaz de réglage de sensibilité. V1 est identique à V2 dans la figure 8.

V2, V3 Robinets électromagnétiques

Pour le contournement du NMC.

V4 Robinet à pointeau

Pour le réglage du débit à travers le NMC et la dérivation.

R1 Régulateur de pression

Pour le contrôle de la pression dans la conduite de prélèvement et du débit vers le HFID. R1 est identique à R3 dans la figure 8.

FL1 Débitmètre

Pour la mesure du débit dérivé de l'échantillon. FL1 est identique à FL1 dans la figure 8.

▼B

2. DILUTION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT ET DÉTERMINATION DES PARTICULES

2.1. **Introduction**

Les points 2.2, 2.3 et 2.4 ainsi que les figures 11 à 22 contiennent des descriptions détaillées des systèmes recommandés de dilution et de prélèvement. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte à ces figures n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs, peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion se fonde sur une bonne appréciation technique.

2.2. **Système de dilution en dérivation**

Les figures 11 à 19 décrivent un système de dilution fondé sur la dilution d'une partie du flux de gaz d'échappement. Différents types de systèmes de dilution peuvent assurer la division du flux des gaz d'échappement et le processus ultérieur de dilution. Afin de faciliter la collecte ultérieure des particules, la totalité ou une partie des gaz d'échappement dilués est envoyée vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figure 21). La première méthode est appelée type de prélèvement total et la seconde type d'échantillonnage fractionné.

Le calcul du taux de dilution dépend du type de système utilisé. Les types suivants sont recommandés:

Systèmes isocinétiques (figures 11 et 12)

Avec ces systèmes, le débit qui pénètre dans le tube de transfert est adapté à la vitesse et/ou pression des gaz du flux global des gaz d'échappement; par conséquent, le flux de gaz d'échappement ne doit pas être perturbé et doit être uniforme au niveau de la sonde de prélèvement, ce qui est en général obtenu en plaçant, en amont du point de prélèvement, un résonateur et un tube d'alimentation droit. Le rapport de division est ensuite calculé à partir de valeurs aisément mesurables telles que les diamètres des tubes. Il convient de relever que l'isocinétique sert uniquement à adapter les conditions d'écoulement et non la composition granulométrique. Celle-ci n'est en général pas nécessaire, car les particules sont suffisamment petites pour suivre les courants naturels du fluide.

Systèmes à régulation de débit avec mesure des concentrations (figures 13 à 17)

Avec ces systèmes, un échantillon est prélevé dans le flux global des gaz d'échappement en réglant le débit d'air de dilution et le débit total des gaz d'échappement dilués. Le taux de dilution est déterminé à partir des concentrations de gaz traceurs tels que le CO_2 ou les NO_x, présents naturellement dans les gaz d'échappement d'un moteur. Les concentrations dans les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution sont mesurées tandis que la concentration dans les gaz d'échappement bruts peut être mesurée directement ou déterminée à partir du débit de carburant et de l'équation du bilan carbone si la composition du carburant est connue. Les systèmes peuvent être contrôlés grâce au taux de dilution calculé (figures 13 et 14) ou au débit vers le tube de transfert (figures 12, 13 et 14).

Systèmes à régulation de débit avec mesure de débit (figures 18 et 19)

Avec ces systèmes, un échantillon est prélevé dans le flux global des gaz d'échappement en réglant le flux d'air de dilution et le flux total des gaz d'échappement dilués. Le taux de dilution est calculé à partir de la différence entre les deux débits. Il s'impose d'étalonner précisément les débitmètres les uns par rapport aux autres, car la grandeur relative des deux débits peut engendrer des erreurs considérables à des taux de dilution élevés (de 15 et plus). Le débit est régulé de manière très directe en maintenant les gaz d'échappement dilués à un débit constant et en modifiant, le cas échéant, le débit d'air de dilution.

Lorsque des systèmes de dilution en dérivation sont employés, il faut veiller à éviter les problèmes potentiels posés, d'une part, par la perte de particules dans le tube de transfert afin de garantir le prélèvement d'un échantillon représentatif des gaz d'échappement du moteur et, d'autre part, par la détermination du rapport de division. Les systèmes décrits accordent une attention particulière à ces zones critiques.

▼B

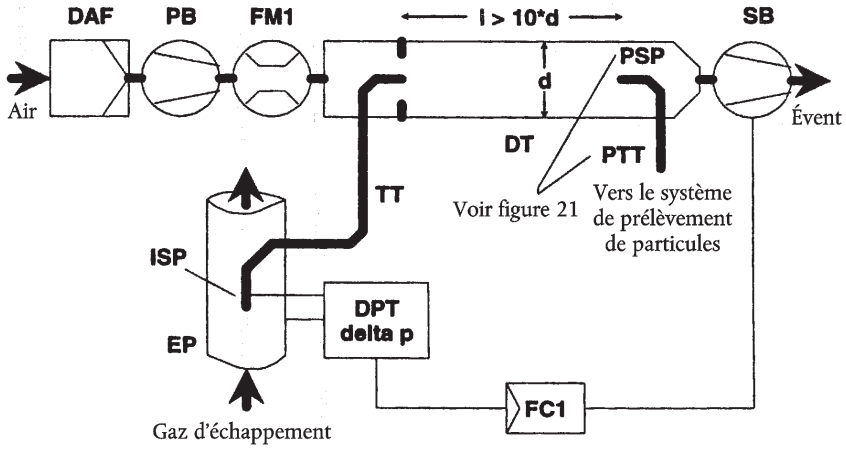


Figure 11

Système de dilution en dérivation avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (régulation SB)

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT via la sonde de prélèvement isocinétique ISP. La pression différentielle des gaz d'échappement entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur de pression DPT. Ce signal est transmis au régulateur de débit FC1 qui commande le ventilateur aspirant SB afin de maintenir une pression différentielle de zéro à la pointe de la sonde. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement en EP et ISP sont identiques et le débit qui traverse ISP et TT est une fraction constante (division) du débit de gaz d'échappement. Le rapport de division est déterminé à partir des sections d'EP et d'ISP. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1. Le taux de dilution est calculé à partir du débit d'air de dilution et du rapport de division.

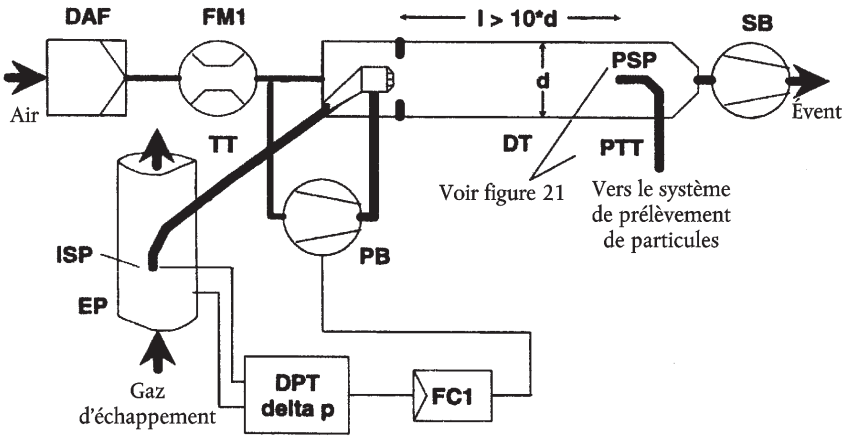


Figure 12

Système de dilution en dérivation avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (régulation PB)

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT via la sonde de prélèvement isocinétique ISP. La pression différentielle des gaz d'échappement entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur de pression DPT. Ce signal est transmis au régulateur de débit FC1 qui commande le ventilateur soufflant PB afin de maintenir une pression différentielle de zéro à la pointe de la sonde. À cette fin, une faible fraction de l'air de dilution dont le débit a déjà été mesuré à l'aide du débitmètre FM1 est prélevée et envoyée vers le TT par un organe déprimogène pneumatique. Dans ces conditions, les vitesses des

▼B

gaz d'échappement en EP et ISP sont identiques et le débit qui traverse ISP et TT est une fraction constante (division) du débit de gaz d'échappement. Le rapport de division est déterminé à partir des sections d'EP et d'ISP. L'air de dilution est aspiré au travers de DT par le ventilateur aspirant SB et le débit est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 à l'entrée de DT. Le taux de dilution est calculé à partir du débit d'air de dilution et du rapport de division.

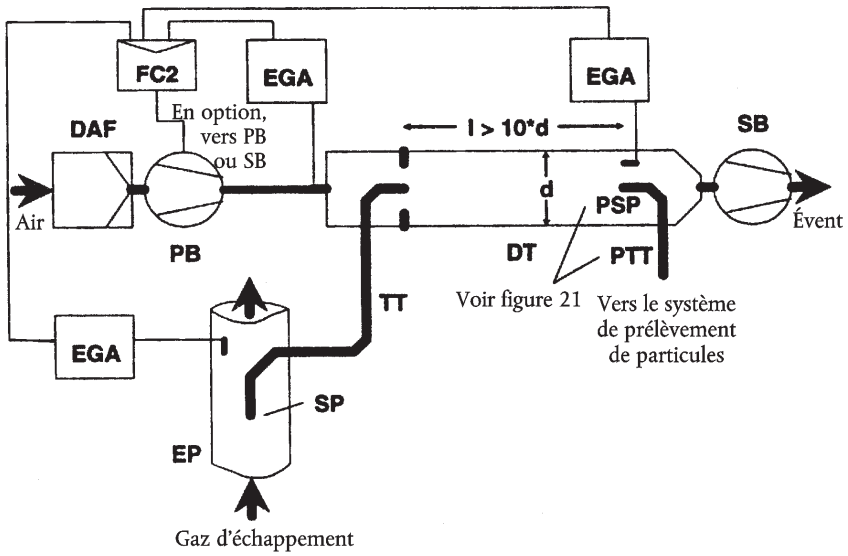


Figure 13

Système de dilution en dérivation avec mesure de la concentration de CO_2 ou de NO_x et échantillonnage fractionné

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Les concentrations d'un gaz traceur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts et dilués ainsi que dans l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Ces signaux sont transmis au régulateur de débit FC2 qui contrôle le ventilateur soufflant PB ou le ventilateur aspirant SB afin de maintenir la division des gaz d'échappement et le taux de dilution désirés dans DT. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution.

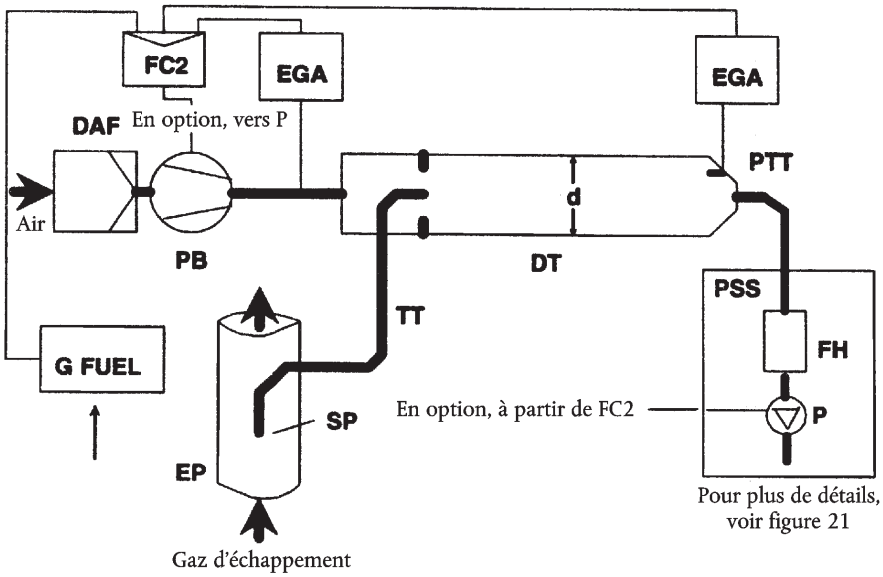


Figure 14

Système de dilution en dérivation avec mesure de la concentration de CO_2, bilan carbone et échantillonnage total

▼B

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Les concentrations de CO_2 sont mesurées dans les gaz d'échappement dilués et dans l'air de dilution à l'aide du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Les signaux du CO_2 et du débit de carburant G_{FUEL} sont transmis au régulateur de débit FC2 ou au régulateur de débit FC3 du système de prélèvement de particules (voir la figure 21). FC2 contrôle le ventilateur soufflant PB et FC3 la pompe de prélèvement P (voir la figure 21), réglant ainsi les débits entrants et sortants du système pour maintenir la division des gaz d'échappement et le taux de dilution désirés dans DT. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de CO_2 et de G_{FUEL} en se fondant sur l'hypothèse du bilan carbone.

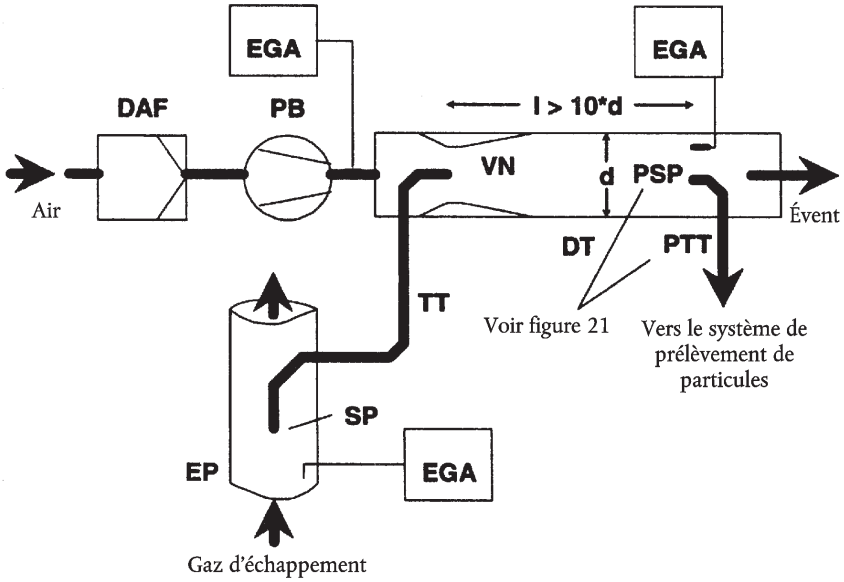


Figure 15

Système de dilution en dérivation avec venturi simple, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT en raison de la pression négative créée par le venturi VN dans DT. Le débit de gaz qui traverse TT dépend de l'échange d'énergie cinétique dans la zone du venturi et est dès lors influencé par la température absolue des gaz à la sortie du TT. Par conséquent, la division des gaz d'échappement pour un débit donné dans le tunnel n'est pas constante et le taux de dilution à faible charge est légèrement inférieur à celui obtenu à charge élevée. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA; par ailleurs, le taux de dilution est calculé à partir des valeurs ainsi mesurées.

▼B

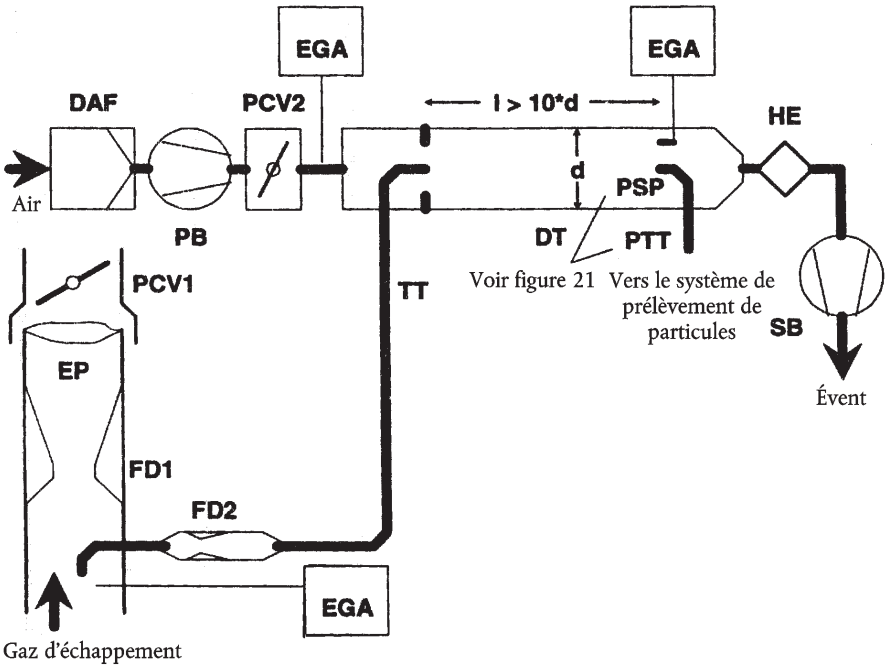


Figure 16

Système de dilution en dérivation avec double venturi ou double organe déprimogène, mesure de la concentration et échantillonnage fractionné

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT, via un diviseur de débit qui contient une série d'organes déprimogènes ou de venturis. Le premier (FD1) est placé dans EP et le second (FD2) dans TT. En outre, deux régulateurs de pression (PCV1 et PCV2) sont requis pour maintenir une division constante des gaz d'échappement en contrôlant la contre-pression dans EP et la pression dans DT. PCV1 est installé en aval de SP dans EP et PCV2 entre le ventilateur soufflant PB et DT. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Elles sont nécessaires pour vérifier la division des gaz d'échappement et peuvent servir à régler PCV1 et PCV2 pour un contrôle précis de la division. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs.

▼B

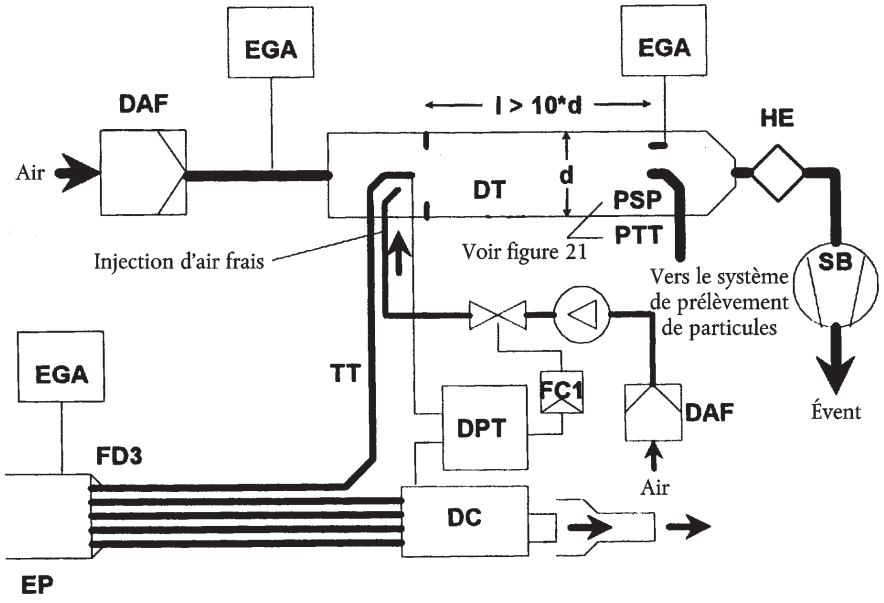


Figure 17

Système de dilution en dérivation avec diviseur à tubes multiples, mesure de la concentration et échantillonnage fractionné

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT, via le diviseur de débit FD3 composé de plusieurs tubes de mêmes dimensions (diamètre, longueur et rayon de courbure identiques) installés dans EP. Les gaz d'échappement qui passent par un de ces tubes sont amenés dans DT et les gaz d'échappement qui passent par les autres tubes traversent le réservoir tampon DC. Par conséquent, la division des gaz d'échappement dépend du nombre total de tubes. Un contrôle constant de la division impose d'observer une pression différentielle de zéro entre DC et la sortie de TT, mesurée à l'aide du transducteur de pression différentielle DPT. On obtient une pression différentielle de zéro en injectant de l'air frais dans DT à la sortie de TT. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Elles sont nécessaires pour vérifier la division des gaz d'échappement et peuvent servir à régler le débit d'air d'injection pour un contrôle précis de la division. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs.

▼B

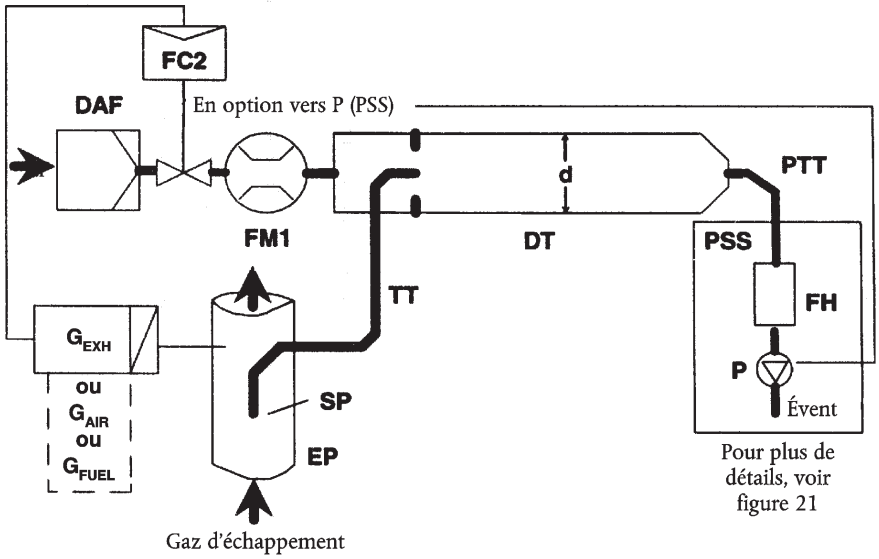


Figure 18

Système de dilution en dérivation avec régulation de débit et échantillonnage total

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Le débit total dans le tunnel est réglé à l'aide du régulateur de débit FC3 et de la pompe de prélèvement P du système de prélèvement de particules (voir la figure 18). Pour atteindre la division désirée de l'air d'échappement, le débit d'air de dilution est contrôlé par le régulateur de débit FC2 qui peut utiliser G_{EXHW}, G_{AIRW} ou G_{FUEL} comme signaux de commande. Le débit de l'échantillon qui pénètre dans DT est la différence entre le débit total et le débit d'air de dilution. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 et le débit total à l'aide du débitmètre FM3 du système de prélèvement de particules (voir la figure 21). Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits.

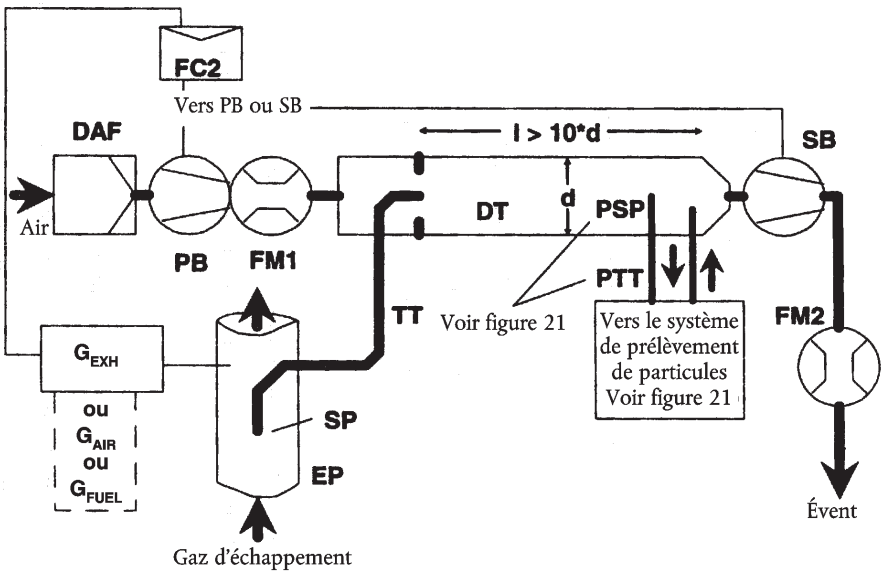


Figure 19

Système de dilution en dérivation avec régulation de débit et échantillonnage fractionné

▼B

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. La division des gaz d'échappement et le débit qui pénètre dans DT sont contrôlés par le régulateur de débit FC2 qui règle en conséquence les débits (ou vitesses) du ventilateur soufflant PB et du ventilateur aspirant SB, ce qui est rendu possible par le fait que l'échantillon prélevé avec le système de prélèvement de particules est ramené dans DT. G_{EXHW}, G_{AIRW} ou G_{FUEL} peuvent être utilisés comme signaux de commande pour FC2. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 et le débit total à l'aide du débitmètre FM2. Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits.

2.2.1. *Éléments des figures 11 à 19*

EP Tuyau d'échappement

Le tuyau d'échappement peut être isolé. Afin de réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, il est recommandé de choisir un rapport épaisseur-diamètre maximal de 0,015. L'utilisation de parties flexibles doit être limitée à un rapport longueur-diamètre maximal de 12. Il convient de minimiser les courbures pour réduire les dépôts par inertie. Si le système est équipé d'un silencieux propre au moyen d'essai, celui-ci peut aussi être isolé.

Pour un système isocinétique, le tuyau d'échappement doit être dépourvu de coudes, de courbes et de changements brusques de diamètre sur au moins 6 diamètres du tuyau en amont et 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde. La vitesse des gaz dans la zone de prélèvement doit être supérieure à 10 m/s, sauf en mode «ralenti». Les variations de pression des gaz d'échappement ne doivent pas excéder ± 500 Pa en moyenne. Toute mesure de réduction des variations de pression en dehors de l'utilisation d'un système de gaz d'échappement monté sur châssis (silencieux et dispositif de post-traitement compris) ne doit ni altérer les performances du moteur ni provoquer le dépôt des particules.

Pour des systèmes dépourvus de sonde isocinétique, il est recommandé d'opter pour un tuyau droit de 6 diamètres du tuyau en amont et de 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde.

SP Sonde de prélèvement (figures 10, 14, 15, 16, 18 et 19)

Le diamètre intérieur minimal doit être de 4 mm. Le rapport de diamètre minimal du diamètre du tuyau d'échappement au diamètre de la sonde doit être égal à 4. La sonde doit être un tube ouvert dirigé vers l'amont sur la ligne médiane du tuyau d'échappement ou une sonde à plusieurs trous telle que celle décrite sous SP1 au point 1.2.1, figure 5.

ISP Sonde de prélèvement isocinétique (figures 11 et 12)

Lors de l'installation, la sonde de prélèvement isocinétique doit être dirigée vers l'amont sur la ligne médiane du tuyau d'échappement, en un point où les conditions de débit reprises sous EP sont respectées; elle doit être conçue de manière à fournir un échantillon proportionnel des gaz d'échappement bruts. Le diamètre intérieur minimal doit être de 12 mm.

Un système de contrôle est nécessaire pour réaliser une division isocinétique des gaz d'échappement en maintenant une pression différentielle de zéro entre EP et ISP. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement dans EP et ISP sont identiques et le débit massique au travers d'ISP est une fraction constante du débit de gaz d'échappement. ISP doit être raccordée à un transducteur de pression différentielle DPT. Le régulateur de pression FC1 sert à commander une pression différentielle de zéro entre EP et ISP.

FD1, FD2 Répartiteurs de débit (figure 16)

Une série de venturis ou d'organes déprimogènes est installée dans le tuyau d'échappement EP et le tube de transfert TT pour fournir un échantillon représentatif de gaz d'échappement bruts. Un système de contrôle comportant deux régulateurs de pression PCV1 et PCV2 est requis pour assurer une division proportionnelle par un contrôle des pressions dans EP et DT.

FD3 Diviseurs de débit (figure 17)

Une série de tubes (unité à tubes multiples) est installée dans le tuyau d'échappement EP afin de fournir un échantillon proportionnel des gaz d'échappement bruts. Un des tubes amène les gaz d'échappement dans le tunnel de dilution DT tandis que les autres tubes les extraient vers un autre réservoir tampon DC. Les tubes doivent posséder les mêmes dimensions (diamètre, longueur et rayon de courbure identiques), de sorte que la division des gaz d'échappement soit fonction du nombre total de

▼B

tubes. Un système de contrôle est requis pour assurer une division proportionnelle en maintenant une pression différentielle de zéro entre la sortie de l'unité à tubes multiples vers DC et la sortie de TT.

Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement dans EP et FD3 sont proportionnelles et le débit dans TT est une fraction constante du débit des gaz d'échappement. Les deux points doivent être raccordés à un transducteur de pression différentielle DPT. Le régulateur de pression FC1 sert à commander une pression différentielle de zéro.

EGA Analyseur de gaz d'échappement (figures 13, 14, 15, 16 et 17)

Les analyseurs de CO_2 ou de NO_x peuvent être utilisés (avec méthode du bilan carbone, seulement CO_2). Les analyseurs doivent être étalonnés comme les analyseurs destinés à la mesure des émissions de gaz. Un ou plusieurs analyseurs peuvent être employés pour déterminer les différences de concentration. La précision des systèmes de mesure doit être telle que la précision de $G_{EDFW,i}$ se situe à ± 4 %.

TT Tube de transfert (figures 11 à 19)

Le tube de transfert doit:

— être aussi court que possible, mais d'une longueur maximale de 5 m,

— être d'un diamètre égal ou supérieur au diamètre de la sonde, sans toutefois dépasser 25 mm,

— sortir le long de la ligne médiane du tunnel de dilution et être orienté vers l'aval.

Si la longueur du tube est égale ou inférieure à 1 mètre, il doit être isolé avec un matériau possédant une conductivité thermique maximale de 0,05 W/m*K et une épaisseur d'isolation radiale qui correspond au diamètre de la sonde. Si la longueur du tube est supérieure à 1 mètre, il doit être isolé et chauffé jusqu'à une température de paroi minimale de 523 K (250 °C).

DPT Transducteur de pression différentielle (figures 11, 12 et 17)

Le transducteur de pression différentielle doit présenter une plage de ± 500 Pa ou moins.

FCI Régulateur de débit (figures 11, 12 et 17)

Pour des systèmes isocinétiques (figures 11 et 12), un régulateur de débit est nécessaire pour maintenir une pression différentielle de zéro entre EP et ISP. Il peut être réglé comme suit:

a) par une régulation de la vitesse ou du débit du ventilateur aspirant SB et un maintien du ventilateur soufflant PB à une vitesse ou un débit constant durant chaque mode (figure 11);

ou

b) par un réglage du ventilateur aspirant SB sur un débit massique constant des gaz d'échappement dilués et une régulation du débit du ventilateur soufflant PB et, partant, du débit des gaz d'échappement prélevés dans une région située à l'extrémité du tube de transfert TT (figure 12).

Dans le cas d'un système à pression contrôlée, l'erreur résiduelle dans la boucle de commande ne doit pas excéder ± 3 Pa. Les variations de pression dans le tunnel de dilution ne doivent pas dépasser ± 250 Pa en moyenne.

Dans le cas d'un système à tubes multiples (figure 17), un régulateur de débit est nécessaire afin d'assurer une division proportionnelle des gaz d'échappement en vue du maintien d'une pression différentielle de zéro entre la sortie de l'unité à tubes multiples et la sortie de TT. Le réglage est exécuté en contrôlant le débit d'air d'injection dans DT à la sortie de TT.

PCV1, PCV2 Régulateurs de pression (figure 16)

Deux régulateurs de pression sont nécessaires pour le système à venturi double/organe déprimogène double afin d'assurer une division proportionnelle du débit par un contrôle de la contre-pression d'EP et de la pression dans DT. Les régulateurs sont placés dans EP en aval de SP et entre PB et DT.

DC Réservoir tampon (figure 17)

Un réservoir tampon est installé à la sortie de l'unité à tubes multiples afin de minimiser les variations de pression dans le tuyau d'échappement EP.

▼B

VN Venturi (figure 15)

Un venturi est installé dans le tunnel de dilution DT afin de créer une pression négative dans la région de la sortie du tube de transfert TT. Le débit de gaz qui traverse TT est déterminé par l'échange d'énergie cinétique dans la zone du venturi et est fondamentalement proportionnel au débit du ventilateur soufflant PB qui engendre un taux de dilution constant. Comme l'échange d'énergie cinétique est influencé par la température régnant à la sortie de TT et la pression différentielle entre EP et DT, le taux de dilution effectif à faible charge est légèrement inférieur à celui présent à charge élevée.

FC2 Régulateur de débit (figures 13, 14, 18 et 19; option)

Un régulateur de débit peut servir à contrôler le débit du ventilateur soufflant PB et/ou du ventilateur aspirant SB. Il peut être raccordé aux signaux des gaz d'échappement, de l'air d'admission ou du débit de carburant et/ou aux signaux différentiels de CO_2 ou de NO_x.

En présence d'une alimentation en air sous pression (figure 18), FC2 régule directement le débit d'air.

FM1 Débitmètre (figures 11, 12, 18 et 19)

Compteur de gaz ou autre instrument utilisé pour mesurer le débit d'air de dilution. FM1 est facultatif si le ventilateur soufflant SB est étalonné pour mesurer le débit.

FM2 Débitmètre (figure 19)

Compteur de gaz ou autre instrument utilisé pour mesurer le débit de gaz d'échappement dilués. FM2 est facultatif si le ventilateur aspirant SB est étalonné pour mesurer le débit.

PB Ventilateur soufflant (figures 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 19)

PB peut être raccordé aux régulateurs de débit FC1 ou FC2 pour contrôler le débit d'air de dilution. Il n'est pas nécessaire en présence d'une vanne à papillon. Il peut servir à mesurer le débit d'air de dilution s'il a été étalonné.

SB Ventilateur aspirant (figures 11, 12, 13, 16, 17 et 19)

Pour des systèmes de prélèvement fractionné uniquement. SB peut servir à mesurer le débit de gaz d'échappement dilués s'il a été étalonné.

DAF Filtre à air de dilution (figures 11 à 19)

Il est recommandé de filtrer l'air de dilution et de le passer au charbon actif pour éliminer les hydrocarbures présents dans l'air de dilution. À la demande du constructeur du moteur, l'air de dilution est prélevé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les niveaux de particules dans l'air de dilution qui peuvent ensuite être soustraits des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

DT Tunnel de dilution (figures 11 à 19)

Le tunnel de dilution doit:

— posséder une longueur suffisante pour provoquer un mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution dans des conditions d'écoulement turbulent,

— être en acier inoxydable:

  — d'un rapport épaisseur/diamètre maximal de 0,025 pour des tunnels de dilution possédant des diamètres intérieurs supérieurs à 75 mm,

  — d'une épaisseur nominale minimale de 1,5 mm pour des tunnels de dilution possédant des diamètres intérieurs inférieurs ou égaux à 75 mm,

— posséder un diamètre minimal de 75 mm pour le type de prélèvement fractionné,

— posséder un diamètre minimal recommandé de 25 mm pour le type de prélèvement total,

— pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution,

— pouvoir être isolé.

▼B

Les gaz d'échappement du moteur doivent être parfaitement mélangés avec l'air de dilution. Dans le cas de systèmes d'échantillonnage fractionné, la qualité du mélange doit être vérifiée, après la mise en service, en réalisant un profil CO_2 du tunnel lorsque le moteur tourne (au moins quatre points de mesure équidistants). Si nécessaire, un orifice de mélange peut être utilisé.

Remarque: si la température ambiante à proximité du tunnel de dilution (DT) est inférieure à 293 K (20 °C), il faut prendre les précautions nécessaires afin d'éviter les pertes de particules sur les parois froides du tunnel de dilution. Il est dès lors recommandé de chauffer et/ou d'isoler le tunnel dans les limites prescrites ci-dessus. À des charges élevées du moteur, le tunnel peut être refroidi par un dispositif non agressif tel qu'un ventilateur de circulation tant que la température du liquide de refroidissement n'est pas inférieure à 293 K (20 °C).

HE Échangeur thermique (figures 16 et 17)

L'échangeur thermique doit posséder une capacité suffisante pour maintenir la température à l'entrée du ventilateur aspirant SB à moins de ± 11 K de la température de service observée durant l'essai.

2.3. **Système de dilution en circuit principal**

La figure 20 décrit un système de dilution qui repose sur la dilution des gaz d'échappement à l'aide du concept CVS (échantillonnage à volume constant). Le volume total du mélange de gaz d'échappement et d'air de dilution doit être mesuré à l'aide d'une PDP ou d'un système CFV.

En vue de la collecte ultérieure des particules, un échantillon de gaz d'échappement dilués est envoyé vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figures 21 et 22). Si cette opération est directe, elle est appelée dilution simple. Si l'échantillon est de nouveau dilué dans le tunnel de dilution secondaire, elle est appelée dilution double. Cette méthode est utile si la température prescrite à la section d'entrée du filtre ne peut pas être atteinte avec une dilution simple. Bien qu'étant en partie un système de dilution, le système de dilution double est décrit au point 2.4, figure 22, comme une modification d'un système de prélèvement de particules, car la plupart de ses éléments sont identiques à ceux d'un système caractéristique de prélèvement de particules.

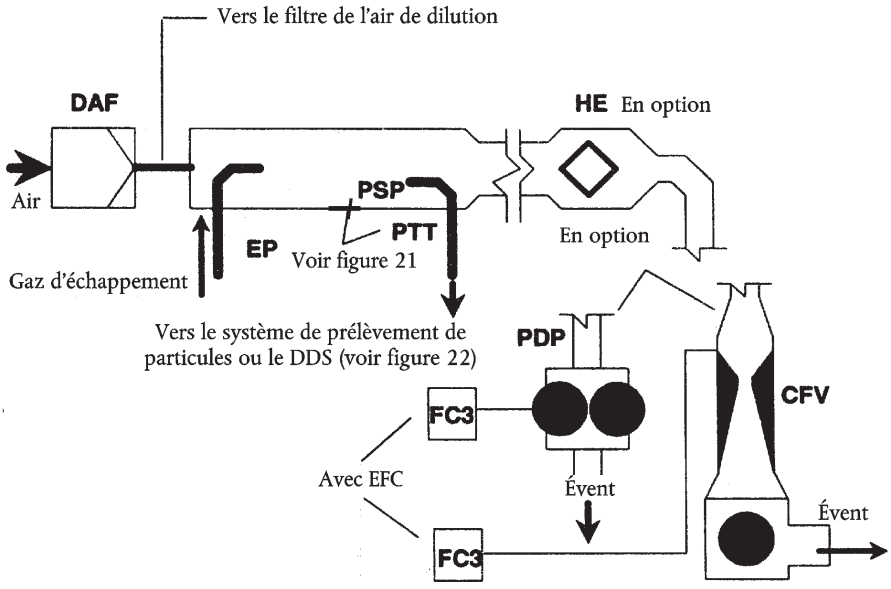


Figure 20

Système de dilution en circuit principal

La quantité totale de gaz d'échappement bruts est mélangée dans le tunnel de dilution DT avec l'air de dilution. Le débit de gaz d'échappement dilués est mesuré à l'aide d'une pompe volumétrique PDP ou d'un venturi à

▼B

écoulement critique CFV. Un échangeur thermique HE ou une compensation électronique du débit EFC peut servir au prélèvement proportionnel des particules et à la mesure du débit. Comme la mesure de la masse de particules repose sur le débit total de gaz d'échappement dilués, le taux de dilution ne doit pas être calculé.

2.3.1. *Éléments de la figure 20*

EP Tuyau d'échappement

La longueur du tuyau d'échappement entre la sortie du collecteur d'échappement du moteur, la sortie du turbocompresseur ou le dispositif de post-traitement et le tunnel de dilution ne peut être supérieure à 10 m. Si la longueur du tuyau d'échappement en aval du collecteur d'échappement du moteur, de la sortie du turbocompresseur ou du dispositif de post-traitement dépasse 4 m, toute la tuyauterie au-delà de 4 m doit être isolée, à l'exception d'un éventuel opacimètre en ligne. L'épaisseur radiale de l'isolation doit être d'au moins 25 mm. La conductivité thermique du matériau isolant ne peut présenter une valeur supérieure à 0,1 W/mK mesurée à 673 K (400 °C). Afin de réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, un rapport épaisseur-diamètre maximal de 0,015 est recommandé. L'utilisation de sections flexibles doit être limitée à un rapport longueur-diamètre maximal de 12.

Pompe volumétrique

La PDP totalise le débit total des gaz d'échappement dilués à partir du nombre de tours de la pompe et du débit de la pompe. La contre-pression du système d'échappement ne doit pas être abaissée artificiellement par la pompe volumétrique ou le système d'admission de l'air de dilution. La contre-pression statique à l'échappement qui est mesurée avec le système PDP en fonctionnement doit rester à ± 1,5 kPa de la pression statique mesurée sans raccord au système PDP, pour un régime et une charge identiques du moteur. La température du mélange de gaz juste avant la pompe volumétrique doit se situer à ± 6 K de la température moyenne de fonctionnement observée durant l'essai, lorsqu'aucune compensation du débit n'est exécutée. La compensation du débit ne peut être utilisée que si la température à l'entrée de la PDP ne dépasse pas 323 K (50 °C).

CFV Venturi à écoulement critique

Le CFV mesure le débit total de gaz d'échappement dilués en maintenant le débit aux conditions de saturation (écoulement critique). La contre-pression statique à l'échappement qui est mesurée avec le système CFV en fonctionnement doit rester à ± 1,5 kPa de la pression statique mesurée sans raccord au système CFV, pour un régime et une charge identiques du moteur. La température du mélange de gaz juste avant le CFV doit se situer à ± 11 K de la température moyenne de fonctionnement observée durant l'essai, lorsqu'aucune compensation du débit n'est exécutée.

HE Échangeur thermique (option, si l'EFC est utilisée)

L'échangeur thermique doit avoir une capacité suffisante pour maintenir la température dans les limites requises ci-dessus.

EFC Compensation électronique du débit (option, si l'HE est utilisé)

Si la température à l'entrée de la PDP ou du CFV n'est pas maintenue dans les limites indiquées ci-dessus, un système de compensation du débit est requis pour mesurer le débit en continu et contrôler le prélèvement proportionnel du système de prélèvement de particules. À cette fin, les signaux de débit mesurés en continu servent à corriger en conséquence le débit de l'échantillon au travers des filtres à particules du système de prélèvement de particules (voir le point 2.4, figures 21 et 22).

DT Tunnel de dilution

Le tunnel de dilution doit:

— posséder un diamètre suffisamment réduit pour engendrer un débit turbulent (nombre de Reynolds supérieur à 4 000) et une longueur suffisante pour assurer le mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution; un orifice de mélange peut être utilisé,

— posséder un diamètre de 460 mm au moins pour un système de dilution simple,

— posséder un diamètre de 210 mm au moins pour un système de dilution double,

— pouvoir être isolé.

▼B

Les gaz d'échappement du moteur doivent être dirigés vers l'aval au point où ils sont introduits dans le tunnel de dilution et mélangés complètement.

Dans le cas d'une dilution simple, un échantillon prélevé dans le tunnel de dilution est transféré vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figure 21). La capacité de débit de la PDP ou du CFV doit être suffisante pour maintenir les gaz d'échappement dilués à une température maximale de 325 K (52 °C) juste avant le filtre à particules primaire.

Dans le cas d'une dilution double, un échantillon prélevé dans le tunnel de dilution est transféré vers le tunnel de dilution secondaire où il est soumis à une nouvelle dilution, puis envoyé au travers des filtres de prélèvement (point 2.4, figure 22). La capacité de débit de la PDP ou du CFV doit être suffisante pour maintenir le flux de gaz d'échappement dilués dans DT à une température maximale de 464 K (191 °C) dans la zone de prélèvement. Le système de dilution secondaire doit fournir une quantité suffisante d'air de dilution secondaire pour maintenir le flux de gaz d'échappement doublement dilué à une température maximale de 325 K (52 °C) juste avant le filtre à particules primaire.

DAF Filtre à air de dilution

Il est recommandé de filtrer l'air de dilution et de le passer au charbon actif pour éliminer les hydrocarbures présents dans l'air de dilution. À la demande du constructeur du moteur, l'air de dilution est prélevé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les niveaux de particules dans l'air de dilution qui peuvent ensuite être soustraits des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

PSP Sonde de prélèvement de particules

La sonde est le principal élément du PTT et doit:

— être dirigée vers l'amont, en un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont bien mélangés (c'est-à-dire sur la ligne médiane du tunnel de dilution (DT), approximativement 10 diamètres du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans le tunnel de dilution),

— présenter un diamètre intérieur minimal de 12 mm,

— pouvoir être chauffée à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution,

— pouvoir être isolée.

2.4. **Système de prélèvement de particules**

Le système de prélèvement de particules est nécessaire pour collecter les particules sur le filtre à particules. Dans le cas d'une dilution en circuit principal à prélèvement total, qui consiste à envoyer l'intégralité de l'échantillon de gaz d'échappement dilués au travers des filtres, le système de dilution (point 2.2, figures 14 et 18) et de prélèvement forme en général une unité intégrée. Dans le cas d'une dilution en circuit principal ou en dérivation à échantillonnage fractionné, qui consiste à n'envoyer au travers des filtres qu'une partie des gaz d'échappement dilués, les systèmes de dilution (point 2.2, figures 11, 12, 13, 15, 16, 17 et 19; point 2.3, figure 20) et de prélèvement sont en général des unités distinctes.

Dans la présente directive, le système de dilution double (figure 22) d'un système de dilution en circuit principal est assimilé à une modification spécifique d'un système caractéristique de prélèvement de particules (voir la figure 21). Le système de dilution double englobe tous les éléments importants du système de prélèvement de particules, tels que les porte-filtres et la pompe de prélèvement.

Pour éviter toute influence sur les boucles de commande, il est recommandé de faire fonctionner la pompe de prélèvement durant toute la procédure d'essai. Dans le cas de la méthode à filtre unique, un système de dérivation doit servir à envoyer l'échantillon au travers des filtres de prélèvement aux moments souhaités. Il convient de minimiser les interférences de la procédure de commutation sur les boucles de commande.

▼B

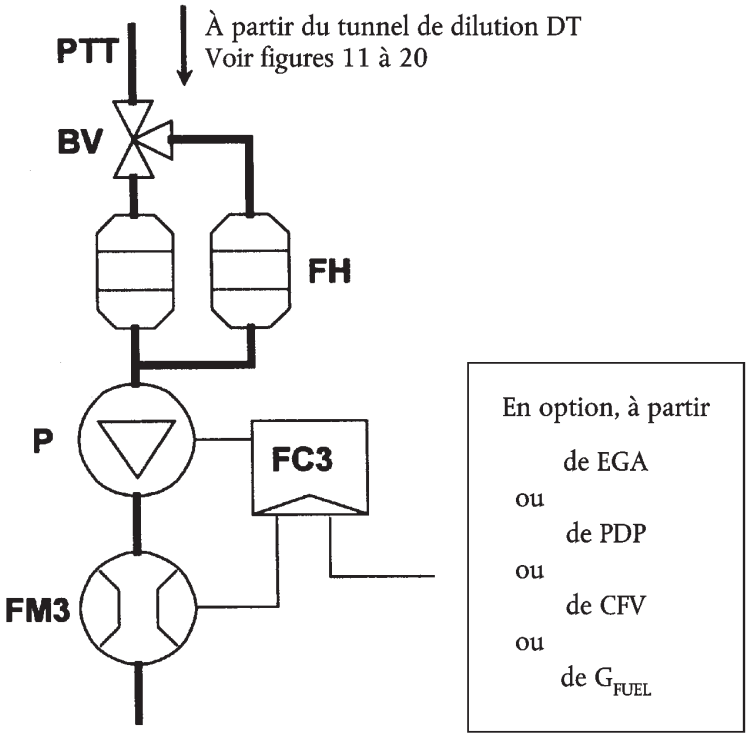


Figure 21

Système de prélèvement de particules

Un échantillon de gaz d'échappement dilués est prélevé dans le tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit principal ou en dérivation par la sonde de prélèvement de particules PSP et le tube de transfert de particules PTT, via la pompe de prélèvement P. L'échantillon est envoyé au travers du ou des porte-filtres FH contenant les filtres de prélèvement de particules. Le débit de l'échantillon est contrôlé par le régulateur de débit FC3. En présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20), le débit de gaz d'échappement dilués sert de signal de commande pour FC3.

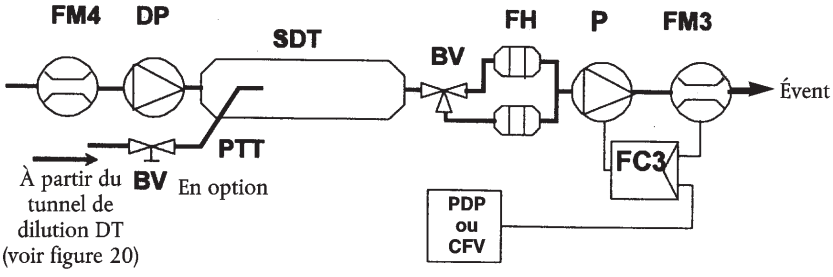


Figure 22

Système de dilution double (système en circuit principal uniquement)

Un échantillon de gaz d'échappement dilués est transféré, au travers de la sonde de prélèvement de particules PSP et du tube de transfert de particules PTT, du tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit principal vers le tunnel de dilution secondaire SDT où il est soumis à une nouvelle dilution. L'échantillon est ensuite envoyé au travers du ou des porte-filtres FH qui contiennent les filtres de prélèvement de particules. Le débit d'air de dilution est en général

▼B

constant et le débit de l'échantillon est contrôlé par le régulateur de débit FC3. En présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20), le débit total de gaz d'échappement dilués fait office de signal de commande pour FC3.

2.4.1. *Éléments des figures 21 et 22*

PTT Tube de transfert de particules (figures 21 et 22)

La longueur du tube de transfert de particules ne doit pas dépasser 1 020 mm et doit être minimisée autant que possible. Dans les cas appropriés (à savoir pour des systèmes de dilution en dérivation à échantillonnage fractionné et des systèmes de dilution en circuit principal), la longueur des sondes de prélèvement (respectivement SP, ISP, PSP; voir les points 2.2 et 2.3) doit être incluse.

Les cotes sont valables pour:

— le type de dilution en dérivation à échantillonnage fractionné et le système de dilution simple en circuit principal, de la pointe de la sonde (respectivement SP, ISP, PSP) au porte-filtre,

— le type de dilution en dérivation à prélèvement total, de l'extrémité du tunnel de dilution au porte-filtre,

— le système de dilution double en circuit principal, de la pointe de la sonde (PSP) au tunnel de dilution secondaire.

Le tube de transfert doit:

— pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution,

— pouvoir être isolé.

SDT Tunnel de dilution secondaire (figure 22)

Le tunnel de dilution secondaire doit présenter un diamètre minimal de 75 mm et une longueur suffisante pour permettre un temps de séjour d'au moins 0,25 seconde de l'échantillon doublement dilué. Le porte-filtre primaire FH doit se situer à maximum 300 mm de la sortie du SDT.

Le tunnel de dilution secondaire doit:

— pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution,

— pouvoir être isolé.

FH Porte-filtre(s) (figures 21 et 22)

Un logement de filtre ou des logements de filtre séparés peuvent être employés pour le filtre primaire et le filtre secondaire. Les conditions prescrites à l'annexe III, appendice 4, point 4.1.3 doivent être respectées.

Le ou les porte-filtres doivent:

— pouvoir être chauffés à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution,

— pouvoir être isolés.

P Pompe de prélèvement (figures 21 et 22)

La pompe de prélèvement de particules doit être installée à une distance suffisante du tunnel de sorte que la température d'entrée des gaz soit maintenue à un niveau constant (± 3 K) si le débit n'est pas corrigé par FC3.

DP Pompe à air de dilution (figure 22)

La pompe à air de dilution doit être installée de manière à fournir l'air de dilution secondaire à une température de 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C) si l'air de dilution n'est pas préchauffé.

FC3 Régulateur de débit (figures 21 et 22)

Si aucun autre moyen n'est disponible, un régulateur de débit est utilisé pour compenser les variations de température et de contre-pression du débit de l'échantillon de particules sur le trajet de l'échantillon. Le

▼B

régulateur de débit est requis en présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20).

FM3 Débitmètre (figures 21 et 22)

Le compteur de gaz ou l'instrument utilisé pour mesurer le débit de l'échantillon de particules doit être installé à une distance suffisante de la pompe de prélèvement P de manière que la température d'entrée des gaz soit maintenue à un niveau constant (± 3 K) si le débit n'est pas corrigé par FC3.

FM4 Débitmètre (figure 22)

Le compteur de gaz ou l'instrument utilisé pour mesurer le débit d'air de dilution doit être installé de sorte que la température d'entrée des gaz reste à un niveau constant de 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C).

BV Robinet à boule (option)

Le robinet à boule doit présenter un diamètre intérieur minimal égal à celui du tube de transfert de particules PTT et une durée de commutation inférieure à 0,5 seconde.

Remarque: si la température ambiante à proximité de PSP, PTT, SDT et FH est inférieure à 293 K (20 °C), il faut prendre les précautions nécessaires afin d'éviter les pertes de particules sur la paroi froide de ces éléments. Il est dès lors recommandé de chauffer et/ou d'isoler ces éléments dans les limites prescrites dans les descriptions correspondantes. Il est également recommandé de respecter une température minimale de 293 K (20 °C) à la section d'entrée du filtre durant le prélèvement. À des charges élevées du moteur, les éléments ci-dessus peuvent être refroidis par un dispositif non agressif tel qu'un ventilateur de circulation tant que la température du liquide de refroidissement n'est pas inférieure à 293 K (20 °C).

3. DÉTERMINATION DES FUMÉES

3.1. **Introduction**

Les points 3.2 et 3.3 ainsi que les figures 23 et 24 contiennent des descriptions détaillées des opacimètres recommandés. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte aux figures 23 et 24 n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion repose sur une bonne appréciation technique.

Le principe de mesure est le suivant: la lumière est transmise au travers d'une longueur spécifique de fumées à mesurer et la proportion de la lumière incidente qui atteint un récepteur sert à évaluer les propriétés d'opacité du milieu. La mesure des fumées dépend de la conception de l'appareillage et peut se dérouler dans le tuyau d'échappement (opacimètre en ligne à flux total) ou à l'extrémité du tuyau d'échappement (opacimètre en aval à flux total), voire prendre la forme d'un prélèvement d'échantillon dans le tuyau d'échappement (opacimètre à flux partiel). Le fabricant de l'instrument doit communiquer la base de mesure de l'instrument afin de pouvoir déterminer le coefficient d'absorption lumineuse à partir du signal d'opacité.

3.2. **Opacimètre à flux total**

Deux grands types d'opacimètres à flux total peuvent être utilisés (figure 23). Dans le cas de l'opacimètre en ligne, l'opacité de la totalité des gaz d'échappement dans le tuyau d'échappement est mesurée. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception de l'opacimètre.

Dans le cas de l'opacimètre en aval, l'opacité de la totalité des gaz d'échappement est mesurée à sa sortie du tuyau d'échappement. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception du tuyau d'échappement et de la distance entre son extrémité et l'opacimètre.

▼B

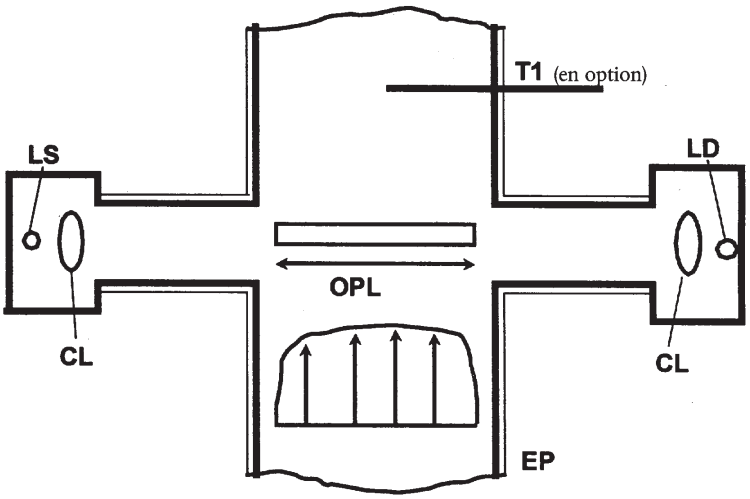


Figure 23

Opacimètre à flux total

3.2.1. *Éléments de la figure 23*

EP Tuyau d'échappement

Avec un opacimètre en ligne, le diamètre du tuyau d'échappement ne varie pas dans les 3 diamètres du tuyau d'échappement situés en amont ou en aval de la zone de mesure. Si le diamètre de la zone de mesure est supérieur au diamètre du tuyau d'échappement, il est recommandé d'utiliser un tuyau progressivement convergent avant la zone de mesure.

Avec un opacimètre en aval, la portion terminale de 0,6 m du tuyau d'échappement doit posséder une section circulaire et être dépourvue de coudes et de courbes. L'extrémité du tuyau d'échappement doit être coupée à l'équerre. L'opacimètre doit être monté au centre de la totalité des gaz d'échappement à moins de 25 ± 5 mm de l'extrémité du tuyau d'échappement.

OPL Base de mesure

Longueur du trajet optique opaque qui se situe entre la source lumineuse de l'opacimètre et le récepteur, corrigée si nécessaire en cas de non-uniformité due à des gradients de densité et à un effet périphérique. Le fabricant de l'instrument doit présenter la base de mesure en tenant compte des mesures éventuelles de lutte contre la formation de suies (p. ex. air de purge). Si la base de mesure n'est pas disponible, elle doit être déterminée conformément à la norme ISO IDS 11614, point 11.6.5. La détermination correcte de la base de mesure impose de respecter une vitesse minimale des gaz d'échappement de 20 m/s.

LS Source lumineuse

La source lumineuse doit être une lampe à incandescence dotée d'une température de couleur comprise dans la plage de 2 800 à 3 250 K ou d'une diode électroluminescente (DEL) verte à crête spectrale située entre 550 et 570 nm. La source lumineuse doit être protégée contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

LD Détecteur de lumière

Le détecteur doit être une cellule photovoltaïque ou une photodiode (équipée d'un filtre si nécessaire). Dans le cas d'une source lumineuse à incandescence, le récepteur doit posséder une réponse spectrale de crête similaire à la courbe photopique de l'œil humain (réponse maximale) dans la plage de 550 à 570 nm et capable de descendre à moins de 4 % de cette réponse maximale en dessous de 430 nm et au-dessus de 680 nm. Le détecteur de lumière doit être protégé contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

▼B

CL Lentille collimatrice

L'émission lumineuse doit être collimatée en un faisceau d'un diamètre maximal de 30 mm. Les rayons du faisceau lumineux doivent être parallèles avec une tolérance de 3° par rapport à l'axe optique.

T1 Capteur de température (option)

La température des gaz d'échappement peut être surveillée pendant toute la durée de l'essai.

3.3. **Opacimètre à flux partiel**

Dans le cas de l'opacimètre à flux partiel (figure 24), un échantillon représentatif de gaz d'échappement est prélevé dans le tuyau d'échappement et envoyé dans la chambre de mesure par une conduite de transfert. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception de l'opacimètre. Les temps de réponse indiqués sous le point suivant valent pour le débit minimal de l'opacimètre prescrit par le fabricant de l'instrument.

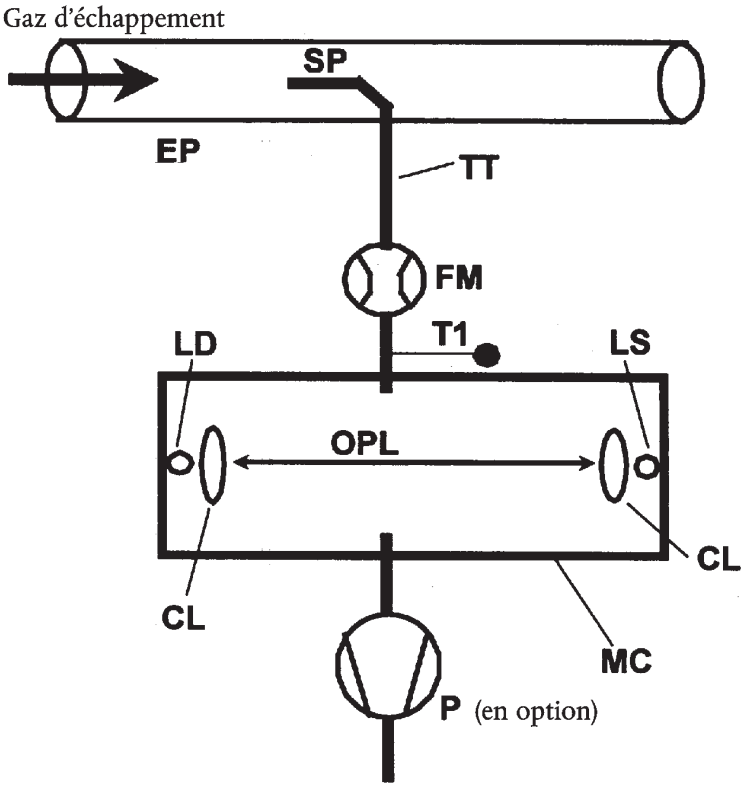


Figure 24

Opacimètre à flux partiel

3.3.1. *Éléments de la figure 24*

EP Tuyau d'échappement

Le tuyau d'échappement doit être un tuyau droit d'au moins 6 diamètres du tuyau en amont et 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde.

SP Sonde de prélèvement

La sonde doit être un tube ouvert dirigé vers l'amont, exactement ou approximativement sur la ligne médiane du tuyau d'échappement. La distance par rapport à la paroi du tuyau arrière d'échappement doit être au moins de 5 mm. Le diamètre de la sonde doit garantir un prélèvement représentatif et un flux suffisant au travers de l'opacimètre.

▼B

TT Tube de transfert

Le tube de transfert doit:

— être aussi court que possible et garantir une température des gaz d'échappement de 373 ± 30 K (100 °C ± 30 °C) à l'entrée de la chambre de mesure,

— posséder une température de paroi suffisamment supérieure au point de condensation des gaz d'échappement pour éviter toute condensation,

— être égal au diamètre de la sonde de prélèvement sur toute la longueur,

— avoir un temps de réponse maximal de 0,05 s au débit minimal de l'instrument déterminé conformément à l'annexe III, appendice 4, point 5.2.4,

— avoir une influence insignifiante sur la crête de fumées.

FM Débitmètre

Appareil de mesure du débit destiné à détecter le flux correct dans la chambre de mesure. Les débits minimal et maximal sont indiqués par le fabricant de l'appareil et doivent permettre de respecter le temps de réponse du TT et la base de mesure spécifiés. Si une pompe de prélèvement P est utilisée, le débitmètre peut être monté à proximité de cette dernière.

MC Chambre de mesure

La chambre de mesure doit posséder une surface intérieure anti-réfléchissante ou un environnement optique équivalent. Il faut également minimiser sur le détecteur l'incidence de rayons parasitaires provenant de réflexions internes d'effets de diffusion.

La pression des gaz dans la chambre de mesure ne doit pas s'écarter de la pression atmosphérique de plus de 0,75 kPa. Lorsque cela s'avère impossible en raison de la conception, la valeur relevée à l'aide de l'opacimètre doit être convertie en pression atmosphérique.

La température de paroi de la chambre de mesure doit être fixée, à ± 5 K, entre 343 K (70 °C) et 373 K (100 °C) mais, en tout état de cause, elle doit être suffisamment supérieure au point de rosée des gaz d'échappement pour éviter toute condensation. La chambre de mesure doit être équipée des dispositifs de mesure de température appropriés.

OPL Base de mesure

Longueur du trajet optique opaque qui se situe entre la source lumineuse de l'opacimètre et le récepteur, corrigée si nécessaire en cas de non-uniformité due à des gradients de densité et à un effet périphérique. Le fabricant de l'instrument doit présenter la base de mesure en tenant compte des mesures éventuelles de lutte contre la formation de suies (p. ex. air de purge). Si la base de mesure n'est pas disponible, elle doit être déterminée conformément à la norme ISO IDS 11614, point 11.6.5.

LS Source lumineuse

La source lumineuse doit être une lampe à incandescence dotée d'une température de couleur comprise dans la plage de 2 800 à 3 250 K ou d'une diode électroluminescente (DEL) verte à crête spectrale située entre 550 et 570 nm. La source lumineuse doit être protégée contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

LD Détecteur de lumière

Le détecteur doit être une cellule photovoltaïque ou une photodiode (équipée d'un filtre si nécessaire). Dans le cas d'une source lumineuse à incandescence, le récepteur doit posséder une réponse spectrale de crête similaire à la courbe photopique de l'œil humain (réponse maximale) dans la plage de 550 à 570 nm et capable de descendre à moins de 4 % de cette réponse maximale en dessous de 430 nm et au-dessus de 680 nm. Le détecteur de lumière doit être protégé contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

CL Lentille collimatrice

L'émission lumineuse doit être collimatée en un faisceau d'un diamètre maximal de 30 mm. Les rayons du faisceau lumineux doivent être parallèles avec une tolérance de 3° par rapport à l'axe optique.

▼B

T1 Capteur de température

Pour la surveillance de la température des gaz d'échappement à l'entrée de la chambre de mesure.

P Pompe de prélèvement (option)

Une pompe de prélèvement peut être installée en aval de la chambre de mesure pour transférer les gaz prélevés au travers de la chambre de mesure.

▼B

ANNEXE VI

CERTIFICAT DE RÉCEPTION CE

Communication concernant:

— la réception (1)

— l'extension et/ou la prolongation de la réception (1)

d'un type de véhicule/d'une entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/d'un élément (1) au sens de la directive 88/77/CEE.

Réception CE n°: ..... Extension et/ou prolongation n°: .....

SECTION I

0. **Généralités**

0.1. Marque du véhicule/de l'entité technique distincte/de l'élément (1): .....

0.2. Terme ou expression employé par le constructeur pour désigner le type de véhicule/l'entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/l'élément (1): .....

0.3. Numéro de code du constructeur tel que marqué sur le véhicule/l'entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/l'élément (1): .....

0.4. Catégorie de véhicule: .....

0.5. Catégorie de moteur: Diesel/gaz naturel/GPL/éthanol (1): .....

0.6. Nom et adresse du constructeur: .....

0.7. Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (s'il y a lieu): .....

SECTION II

1. Brève description (s'il y a lieu): voir l'annexe I: .....

2. Service technique responsable de l'exécution des essais: .....

3. Date du compte rendu d'essai: .....

4. Numéro du compte rendu d'essai: .....

5. Motif(s) de l'extension et/ou de la prolongation de la réception (s'il y a lieu): .....

6. Observations (s'il y a lieu): voir l'annexe I: .....

7. Lieu: .....

8. Date: .....

9. Signature: .....

10. Une liste des documents composant le dossier de réception présenté à l'autorité administrative ayant procédé à la réception, dont le certificat peut être obtenu sur demande, figure en annexe.

(1) Biffer les mentions inutiles.

▼B

Appendice ►M1 *1* ◄

au certificat de réception CE nº … concernant la réception d'un véhicule/d'une entité technique distincte/d'un élément (1)

1	**Brève description**
1.1	Caractéristiques à indiquer aux fins de la réception d'un véhicule équipé de son moteur: .....
1.1.1	Marque du moteur (nom de l'entreprise): .....
1.1.2	Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles): .....
1.1.3	Numéro de code de construction tel que marqué sur le moteur: .....
1.1.4	Catégorie de véhicule (s'il y a lieu): .....
1.1.5	Catégorie de moteur: Diesel/gaz naturel/GPL/éthanol (1) .....
1.1.6	Nom et adresse du constructeur: .....
1.1.7	Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (s'il y a lieu): .....
1.2	Si le moteur visé sous 1.1 a été réceptionné en tant qu'entité technique distincte:
1.2.1	Numéro de réception du moteur/de la famille de moteurs (1): .....
►(1) 1.2.2	Numéro d'étalonnage du logiciel de l'unité de contrôle du moteur (EECU): .....◄
1.3	Caractéristiques à indiquer concernant la réception d'un moteur/d'une famille de moteurs (1) en tant qu'entité technique distincte (conditions à respecter lors de l'installation du moteur sur un véhicule):
1.3.1	Dépression maximale et/ou minimale à l'admission: ..... kPa
1.3.2	Contre-pression maximale admissible: ..... kPa
1.3.3	Volume du système d'échappement: ..... cm^3
1.3.4	Puissance absorbée par l'équipement entraîné par le moteur:
1.3.4.1	ralenti: ..... kW; bas régime: ..... kW; régime élevé: ..... kW
	régime A: ..... kW; régime B: ..... kW; régime C: ..... kW;
	régime de référence: ..... kW
1.3.5	Restrictions à l'utilisation (s'il y a lieu): .....

►(1) M1

(1) Biffer les mentions inutiles.

▼**M1**

1.4. Niveaux d'émission du moteur/moteur parent ([1]):

1.4.1. Essai ESC:

Facteur de détérioration (DF): calculé/fixé ([1])

Spécifier les valeurs DF et les émissions lors de l'essai ESC dans le tableau ci-dessous:

Essai ESC				
DF:	CO	THC	NO_x	PT
Émissions	CO (g/kWh)	THC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
Mesurées:				
Calculées avec DF:				

1.4.2. Essai ELR:

valeur de fumées: … m^{-1}

1.4.3. Essai ETC:

Facteur de détérioration (DF): calculé/fixé ([1])

Essai ETC					
DF:	CO	HCNM	CH_4	NO_x	PT
Émissions	CO (g/kWh)	HCNM (g/kWh) ([1])	CH_4 (g/kWh) ([1])	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh) ([1])
Mesurées avec régénération:					
Mesurées sans régénération:					
Mesurées/pondérées:					
Calculées avec DF:					

([1]) Rayer la mention inutile.

([1]) Rayer la mention inutile.

▼M1

Appendice 2

INFORMATIONS RELATIVES AU SYSTÈME OBD

Comme mentionné dans l'appendice 5 de l'annexe II de la présente directive, les informations contenues dans le présent appendice sont communiquées par les constructeurs afin de permettre la fabrication de pièces de rechange ou d'entretien compatibles avec le système OBD, ainsi que d'outils de diagnostic et d'équipements d'essai. Les constructeurs ne sont cependant pas tenus de fournir ces informations si celles-ci font l'objet de droits de propriété intellectuelle ou constituent un savoir-faire spécifique des constructeurs ou des fournisseurs des fabricants de l'équipement d'origine.

Le présent appendice sera mis à la disposition de tout fabricant de pièces, d'outils de diagnostic ou d'équipements d'essai qui en fait la demande et ce, sur une base non discriminatoire.

Conformément aux dispositions du point 1.3.3 de l'appendice 5 de l'annexe II, les informations requises par ce point doivent être identiques à celles fournies dans cet appendice.

1. Indication du type et du nombre de cycles de préconditionnement employés pour la réception initiale du type de véhicule.

2. Description du type de cycle de démonstration du système OBD employé pour la réception initiale du type de véhicule en ce qui concerne le composant contrôlé par le système OBD.

3. Liste exhaustive de tous les composants contrôlés dans le cadre du dispositif de détection des erreurs et d'activation du MI (nombre fixe de cycles de conduite ou méthode statistique), y compris la liste des paramètres secondaires pertinents mesurés pour chacun des composants contrôlés par le système OBD. Liste de tous les codes de sortie OBD et formats (accompagnée d'une explication pour chacun) utilisés pour les différents composants du groupe propulseur relatifs aux émissions ainsi que pour les différents composants non liés aux émissions, lorsque la surveillance du composant concerné intervient dans l'activation du MI.

▼B

ANNEXE VII

EXEMPLE DE PROCÉDURE DE CALCUL

1. ESSAI ESC

1.1. **Émissions de gaz**

Les données de mesure utilisées pour calculer les résultats obtenus pour les différents modes figurent ci-dessous. Dans cet exemple, le CO et les NO_x sont mesurés en conditions sèches, les HC en conditions humides. La concentration de HC est indiquée en équivalent propane (C3) et doit être multipliée par 3 pour fournir l'équivalent C1. La procédure de calcul est identique pour les autres modes.

P (kW)	T_a (K)	H_a (g/kg)	G_{EXH} (kg)	G_{AIRW} (kg)	G_{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO_x (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Calcul du facteur de correction des conditions sèches/conditions humides $K_{W,r}$ (annexe III, appendice 1, point 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1{,}969}{1 + \frac{18{,}09}{545{,}29}} = 1{,}9058 \text{ et } K_{W2} = \frac{1{,}608 \times 7{,}81}{1000 + (1{,}608 \times 7{,}81)} = 0{,}0124$$

$$K_{W,r} = \left(1 - 1{,}9058 \times \frac{18{,}09}{541{,}06}\right) - 0{,}0124 = 0{,}9239$$

Calcul des concentrations en conditions humides:

$$CO = 41{,}2 \times 0{,}9239 = 38{,}1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 \times 0{,}9239 = 457 \text{ ppm}$$

Calcul du facteur de correction d'humidité des NO_x $K_{H,D}$ (annexe III, appendice 1, point 4.3):

$$A = 0{,}309 \times 18{,}09/541{,}06 - 0{,}0266 = -0{,}0163$$

$$B = - 0{,}209 \times 18{,}09/541{,}06 + 0{,}00954 = 0{,}0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0{,}0163 \times (7{,}81 - 10{,}71) + 0{,}0026 \times (294{,}8 - 298)} = 0{,}9625$$

Calcul des débits massiques d'émission (annexe III, appendice 1, point 4.4)

$$NO_x = 0{,}001587 \times 457 \times 0{,}9625 \times 563{,}38 = 393{,}27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0{,}000966 \times 38{,}1 \times 563{,}38 = 20{,}735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0{,}000479 \times 6{,}3 \times 3 \times 563{,}38 = 5{,}100 \text{ g/h}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 1, point 4.5):

L'exemple de calcul ci-dessous concerne le CO; la procédure de calcul est identique pour les autres éléments constitutifs.

Les débits massiques d'émission des différents modes sont multipliés par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et additionnés pour fournir le débit massique moyen d'émission sur la durée du cycle:

$$CO = (6{,}7 \times 0{,}15) + (24{,}6 \times 0{,}08) + (20{,}5 \times 0{,}10) + (20{,}7 \times 0{,}10) + (20{,}6 \times 0{,}05) + (15{,}0 \times 0{,}05) + (19{,}7 \times 0{,}05) + (74{,}5 \times 0{,}09) + (31{,}5 \times 0{,}10) + (81{,}9 \times 0{,}08) + (34{,}8 \times 0{,}05) + (30{,}8 \times 0{,}05) + (27{,}3 \times 0{,}05)$$

$$= 30{,}91 \text{ g/h}$$

▼B

La puissance du moteur des différents modes est multipliée par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et les valeurs sont additionnées pour fournir la puissance moyenne du cycle:

$P(n) = (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times 0,05) + (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times 0,10) + (122,0 \times 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times 0,05)$

$= 60,006$ kW

$$\overline{CO} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Calcul des émissions spécifiques de NO_x du point aléatoire (annexe III, appendice 1, point 4.6.1):

Supposons que les valeurs suivantes aient été déterminées au point aléatoire:

$n_Z = 1\,600$ min^{-1}

$M_Z = 495$ Nm

$NO_{x\ masse.Z} = 487,9$ g/h (calculé selon la formule ci-dessous)

$P(n)_Z = 83$ kW

$NO_{x,Z} = 487,9/83 = 5,878$ g/kWh

Détermination de la valeur d'émission à partir du cycle d'essai (annexe III, appendice 1, point 4.6.2):

Supposons que les valeurs des quatre modes enveloppants de l'essai ESC soient les suivantes:

n_{RT}	n_{SU}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$E_{TU} = 5,889 + (4,973\text{-}5,889) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 5,377$ g/kWh

$E_{RS} = 5,943 + (5,565\text{-}5,943) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 5,732$ g/kWh

$M_{TU} = 681 + (601\text{-}681) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 641,3$ Nm

$M_{RS} = 515 + (460\text{-}515) \times (1\,600\text{-}1\,368) / (1\,785\text{-}1\,368) = 484,3$ Nm

$E_Z = 5,732 + (5,377\text{-}5,732) \times (495\text{-}484,3) / (641,3\text{-}484,3) = 5,708$ g/kWh

Comparaison des valeurs d'émission de NO_x (annexe III, appendice 1, point 4.6.3):

$$NO_{x\ diff} = 100 \times (5,878\text{-}5,708) / 5,708 = 2,98\ \%$$

1.2. **Émissions de particules**

La mesure de particules repose sur le principe du prélèvement de particules sur toute la durée du cycle, mais de la détermination de l'échantillon et des débits (M_{SAM} et G_{EDF}) durant les différents modes. Le calcul de G_{EDF} dépend du système mis en œuvre. Dans les exemples ci-dessous, un système avec mesure de CO_2 et méthode du bilan carbone et un système avec mesure de débit sont utilisés. Lorsqu'un système de dilution en circuit principal est employé, G_{EDF} est mesuré directement par le dispositif CVS.

Calcul de G_{EDF} (annexe III, appendice 1, points 5.2.3 et 5.2.4):

Supposons les données de mesure suivantes pour le mode 4. La procédure de calcul est identique pour les autres modes.

G_{EXH} (kg/h)	G_{FUEL} (kg/h)	G_{DILW} (kg/h)	G_{TOTW} (kg/h)	CO_{2D} (%)	CO_{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) Méthode du bilan carbone

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 \times 10,76}{0,657\text{-}0,040} = 3601,2 \text{ kg/h}$$

▼B

b) Méthode de la mesure du débit

$$q = \frac{6,0}{6,0\text{-}5,4435} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 \times 10,78 = 3600,7 \text{ kg/h}$$

Calcul du débit massique (annexe III, appendice 1, point 5.4):

Les débits G_{EDFW} des différents modes sont multipliés par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et additionnés pour fournir le G_{EDF} moyen sur toute la durée du cycle. Le débit total de l'échantillon M_{SAM} est la somme des débits des échantillons collectés pour les différents modes.

$\bar{G}_{EDFW}$ = (3 567 × 0,15) + (3 592 × 0,08) + (3 611 × 0,10) + (3 600 × 0,10) + (3 618 × 0,05) + (3 600 × 0,05) + (3 640 × 0,05) + (3 614 × 0,09) + (3 620 × 0,10) + (3 601 × 0,08) + (3 639 × 0,05) + (3 582 × 0,05) + (3 635 × 0,05)

= 3 604,6 kg/h

M_{SAM} = 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075

= 1,515 kg

Supposons la masse de particules sur les filtres égale à 2,5 mg, alors

$$PT_{masse} = \frac{2,5}{1,515} \times \frac{360,4}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Correction initiale (option)

Supposons une mesure initiale avec les valeurs suivantes. Le facteur de dilution DF est calculé comme au point 3.1 de la présente annexe et n'est pas représenté ici.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; \; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

Somme de DF = [(1-1/119,15) × 0,15] + [(1-1/8,89) × 0,08] + [(1-1/14,75) × 0,10] + [(1-1/10,10) × 0,10] + [(1-1/18,02) × 0,05] + [(1-1/12,33) × 0,05] + [(1-1/32,18) × 0,05] + [(1-1/6,94) × 0,09] + [(1-1/25,19) × 0,10] + [(1-1/6,12) × 0,08] + [(1-1/20,87) × 0,05] + [(1-1/8,77) × 0,05] + [(1-1/12,59) × 0,05]

= 0,923

$$PT_{masse} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} \times 0,923\right) \times \frac{3604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 1, point 5.5):

P(n) = (0,1 × 0,15) + (96,8 × 0,08) + (55,2 × 0,10) + (82,9 × 0,10) + (46,8 × 0,05) + (70,1 × 0,05) + (23,0 × 0,05) + (114,3 × 0,09) + (27,0 × 0,10) + (122,0 × 0,08) + (28,6 × 0,05) + (87,4 × 0,05) + (57,9 × 0,05)

= 60,006 kW

$$\bar{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

avec correction initiale $\bar{PT} = (5,726/60,006) = 0,095$ g/kWh

▼B

Calcul du facteur de pondération spécifique (annexe III, appendice 1, point 5.6):

Supposons les valeurs calculées pour le mode 4 ci-dessus, alors

$$WF_{E,i} = (0{,}152 \times 3604{,}6/1{,}515 \times 3600{,}7) = 0{,}1004$$

Cette valeur est égale à la valeur requise de 0,10 à ± 0,003 près.

2. ESSAI ELR

Comme le filtrage selon Bessel constitue une toute nouvelle procédure de calcul des moyennes dans la législation européenne relative aux gaz d'échappement, vous trouverez ci-dessous une explication du filtre de Bessel, un exemple d'élaboration d'un algorithme de Bessel ainsi qu'un exemple de calcul de la valeur de fumées finale. Les constantes de l'algorithme de Bessel dépendent uniquement de la conception de l'opacimètre et de la fréquence de prélèvement du système d'acquisition des données. Il est recommandé que le fabricant de l'opacimètre fournisse les constantes finales du filtre de Bessel pour différentes fréquences de prélèvement et que le client les utilise pour élaborer l'algorithme de Bessel et de calcul des valeurs de fumées.

2.1. **Remarques générales sur le filtre de Bessel**

En raison de distorsions à hautes fréquences, le signal d'opacité brute présente habituellement une trace très diffuse. Pour éliminer ces distorsions à hautes fréquences, un filtre de Bessel doit être utilisé pour l'essai ELR. Le filtre de Bessel proprement dit est un filtre passe-bas récursif de deuxième ordre qui garantit la vitesse maximale de montée du signal sans dépassement.

En supposant une totalité, en temps réel, des gaz d'échappement bruts dans le tuyau d'échappement, chaque opacimètre montre une trace d'opacité retardée et mesurée différemment. Le retard et la grandeur de la trace d'opacité mesurée dépendent avant tout de la géométrie de la chambre de mesure de l'opacimètre, y compris des conduites de prélèvement des gaz d'échappement, et du temps requis pour traiter le signal dans l'électronique de l'opacimètre. Les valeurs qui caractérisent ces deux effets sont appelées temps de réponse physique et électrique et représentent un filtre individuel pour chaque type d'opacimètre.

La mise en œuvre d'un filtre de Bessel vise à garantir une caractéristique filtrante globale uniforme de tout l'opacimètre, notamment:

— le temps de réponse physique de l'opacimètre (t_p),

— le temps de réponse électrique de l'opacimètre (t_e),

— le temps de réponse du filtre de Bessel utilisé (t_F).

Le temps de réponse global résultant pour le système $t_{Moyenne}$ dérive de la formule suivante:

$$t_{Moyenne} = \sqrt{t_F^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

et doit être identique pour tous les types d'opacimètres afin de fournir la même valeur de fumées. Un filtre de Bessel doit dès lors être élaboré de sorte que le temps de réponse du filtre (t_F) ainsi que les temps de réponse physique (t_p) et électrique (t_e) de l'opacimètre individuel fournissent le temps de réponse global requis ($t_{Moyenne}$). Comme t_p et t_e sont des valeurs données pour chaque opacimètre individuel et que $t_{Moyenne}$ est posé égal à 1,0 s dans la présente directive, t_F peut être calculé comme suit:

$$t_F = \sqrt{t_{Moyenne}^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

Par définition, le temps de réponse du filtre t_F est le temps de montée d'un signal de sortie filtré entre 10 % et 90 % par rapport à un signal d'entrée progressif. Par conséquent, la fréquence de coupure du filtre de Bessel doit être itérée de manière que le temps de réponse du filtre de Bessel s'inscrive dans le temps de montée requis.

▼B

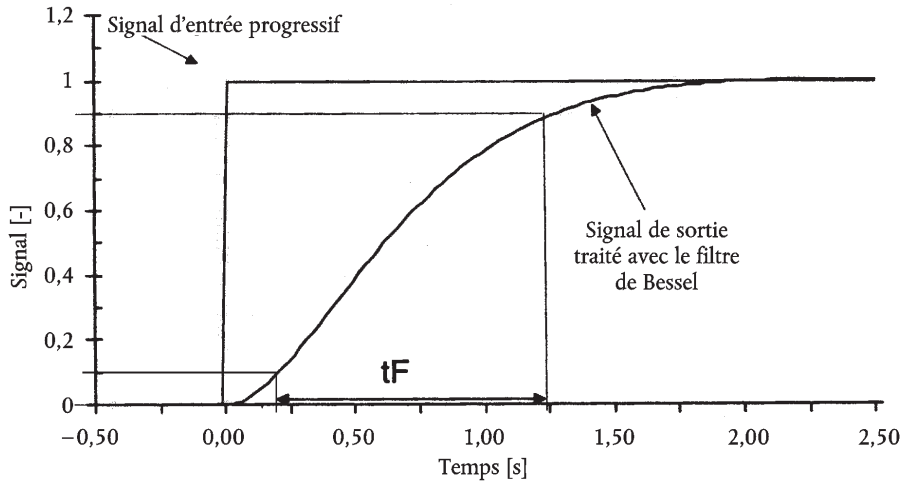


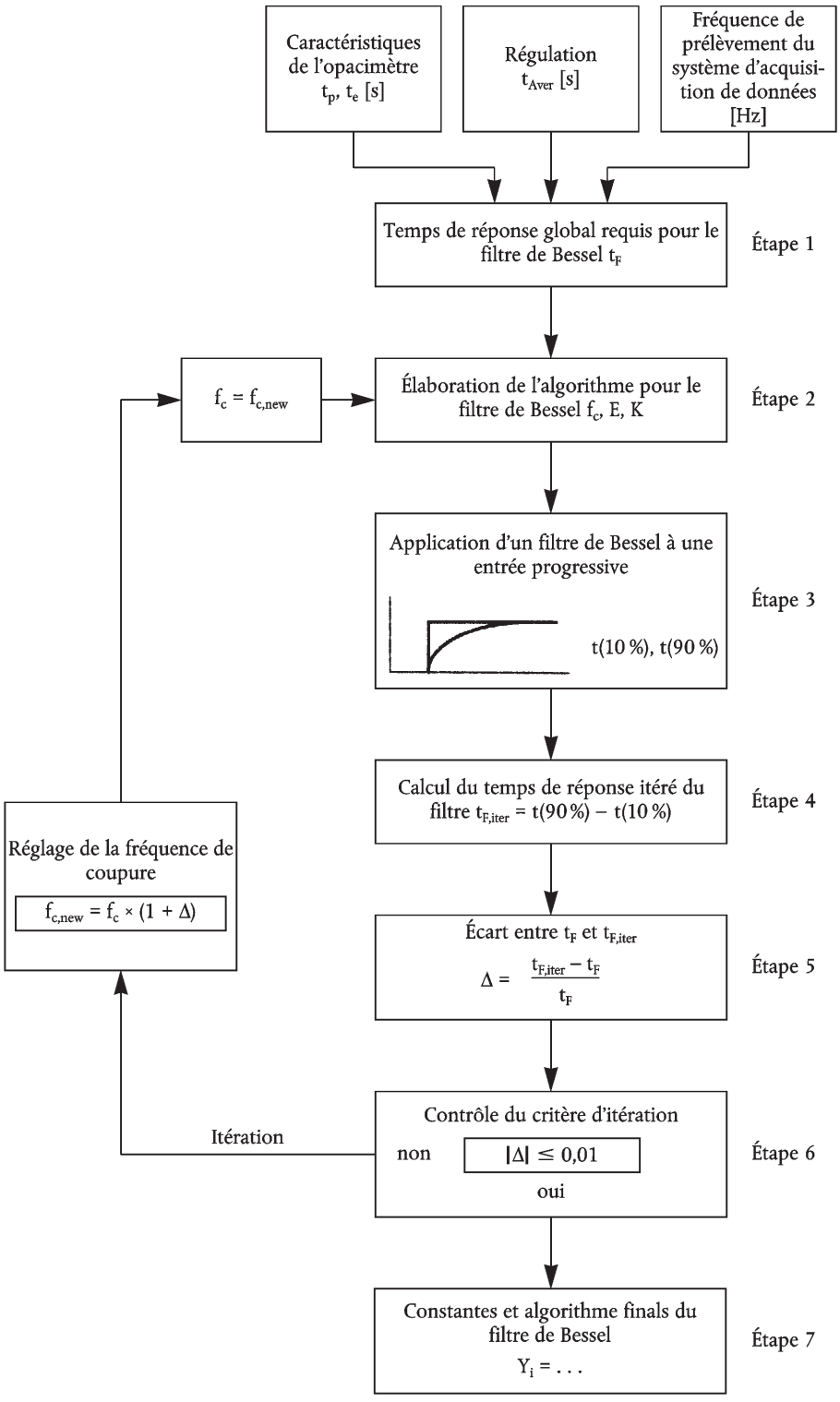
Figure a

Traces d'un signal d'entrée progressif et du signal de sortie filtré

La figure a illustre les traces d'un signal d'entrée progressif et du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel ainsi que le temps de réponse du filtre de Bessel (t_F).

▼B

L'élaboration de l'algorithme final du filtre de Bessel est un processus multi-étapes qui impose d'exécuter plusieurs cycles d'itération. Le schéma de la procédure d'itération est présenté ci-dessous.



▼B

2.2. **Calcul de l'algorithme de Bessel**

Cet exemple explique l'élaboration en plusieurs étapes d'un algorithme de Bessel selon la procédure d'itération susmentionnée qui se fonde sur l'annexe III, appendice 1, point 6.1.

Les caractéristiques suivantes sont supposées pour l'opacimètre et le système d'acquisition des données:

— temps de réponse physique t_p: 0,15 s

— temps de réponse électrique t_e: 0,05 s

— temps de réponse global $t_{Moyenne}$ 1,00 s (par définition dans la présente directive)

— fréquence de prélèvement 150 Hz

Étape 1 Temps de réponse requis pour le filtre de Bessel t_F:

$$t_F = \sqrt{1^2 - \left(0{,}15^2 + 0{,}05^2\right)} = 0{,}987421 \text{ s}$$

Étape 2 Évaluation de la fréquence de coupure et calcul des constantes de Bessel E, K pour la première itération:

$$f_c = \frac{3{,}1415}{10 \times 0{,}987421} = 0{,}318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0{,}006667 \text{ s}$$

$$\Omega = \frac{1}{\tan\left[3{,}1415 \times 0{,}006667 \times 0{,}318152\right]} = 150‹07664$$

$$E = \frac{1}{1 + 150{,}076644 \times \sqrt{3 \times 0{,}618034} + 0{,}618034 + 150{,}076644^2} = 7{,}07948 \times 10^{-5}$$

$$K = 2 \times 7{,}07948 \times 10^{-5} \times (0{,}618034 \times 150{,}076644^2\text{-}1)\text{-}1 = 0{,}970783$$

Ce qui donne l'algorithme de Bessel:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7{,}07948\ \text{E-}5 \times (S_i + 2 \times S_{i-} + S_{i-2}\text{-}4 \times Y_{i-2}) + 0{,}970783 \times (Y_{i-1}\text{-}Y_{i-}$$

ou S_i représente les valeurs du signal d'entrée progressif («0» ou «1») et Y_i les valeurs filtrées du signal de sortie.

Étape 3 Application du filtre de Bessel au signal d'entrée progressif:

le temps de réponse du filtre de Bessel t_F est défini comme le temps de montée du signal de sortie filtré entre 10 % et 90 % par rapport à un signal d'entrée progressif. Un filtre de Bessel doit être appliqué à un signal d'entrée progressif à l'aide des valeurs ci-dessous de f_c, E et K afin de déterminer les temps de 10 % (t_{10}) et de 90 % (t_{90}).

Le tableau B reprend les indices, le temps et les valeurs d'un signal d'entrée progressif ainsi que les valeurs résultantes du signal de sortie filtré pour les première et seconde itérations. Les points adjacents à t_{10} et t_{90} sont indiqués en caractères gras.

Dans la première itération du tableau B, les valeurs à 10 % et 90 % surviennent respectivement entre les indices 30 et 31 et les indices 191 et 192. Pour calculer $t_{F,itér.}$, les valeurs t_{10} et t_{90} exactes sont déterminées comme suit par interpolation linéaire entre les points de mesure adjacents:

$$t_{10} = t_{inf.} + \Delta t \times (0{,}1\text{-}out_{inf.})/(out_{sup.}\text{-}out_{inf.})$$

$$t_{90} = t_{inf.} + \Delta t \times (0{,}9\text{-}out_{inf.})/(out_{sup.}\text{-}out_{inf})$$

où $out_{sup.}$ et $out_{inf.}$ sont respectivement les points adjacents du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel et $t_{inf.}$ est le temps du point temporel adjacent indiqué au tableau B.

$$t_{10} = 0{,}200000 + 0{,}006667 \times (0{,}1\text{-}0{,}099208)/(0{,}104794\text{-}0{,}099208) = 0{,}200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0{,}273333 + 0{,}006667 \times (0{,}9\text{-}0{,}899147)/(0{,}901168\text{-}0{,}899147) = 1{,}276147 \text{ s}$$

Étape 4 Temps de réponse du filtre lors du premier cycle d'itération:

$$t_{F,iter} = 1{,}276147\text{-}0{,}200945 = 1{,}075202 \text{ s}$$

▼B

Étape 5 Écart entre le temps de réponse du filtre requis et obtenu lors du premier cycle d'itération:

$$\Delta = (1{,}075202-0{,}987421)/0{,}987421 = 0{,}081641$$

Étape 6 Contrôle du critère d'itération:

$|\Delta| \leq 0{,}01$ est requis. Comme 0,081641 >0,01, le critère d'itération n'est pas satisfait et un nouveau cycle d'itération doit être démarré. Pour ce cycle d'itération, une nouvelle fréquence de coupure est calculée comme suit à partir de f_c et de Δ:

$$f_{c,nouveau} = 0{,}318152 \times (1 + 0{,}081641) = 0{,}344126 \text{ Hz}$$

Cette nouvelle fréquence de coupure est employée dans le second cycle d'itération qui débute de nouveau à l'étape 2. L'itération doit être répétée jusqu'à ce que le critère d'itération soit satisfait. Les valeurs résultantes pour les premier et second cycles d'itération sont récapitulées au tableau A.

Tableau A

Valeurs pour les première et seconde itérations

Paramètre		1re itération	2e itération
f_c	(Hz)	0,318152	0,344126
E	(-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K	(-)	0,970783	0,968410
t_{10}	(s)	0,200945	0,185523
t_{90}	(s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter.}$	(s)	1,075202	0,994039
Δ	(-)	0,081641	0,006657
$f_{c,nouveau}$	(Hz)	0,344126	0,346417

Étape 7 Algorithme final de Bessel:

une fois le critère d'itération satisfait, les constantes finales du filtre de Bessel et l'algorithme final de Bessel sont calculés conformément à l'étape 2. Dans cet exemple, le critère d'itération a été satisfait après la seconde itération ($\Delta = 0{,}006657 \leq 0{,}01$). L'algorithme final sert ensuite à déterminer les valeurs moyennées des fumées (voir le point 2.3 ci-après).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8{,}272777 \times 10^{-5} \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0{,}968410 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

▼B

Tableau B

Valeurs du signal d'entrée progressif et du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel pour les première et seconde itérations

Indice i [-]	Temps [s]	Signal d'entrée progressif S_i [-]	Signal de sortie filtré Y_i [-]	
			1re itération	2e itération
- 2	- 0,013333	0	0,000000	0,000000
- 1	- 0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
~	~	~	~	~
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	0,095056
28	0,186667	1	0,088331	0,101024
29	0,193333	1	0,093719	0,107102
30	0,200000	1	0,099208	0,113286
31	0,206667	1	0,104794	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
~	~	~	~	~
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	0,897941
177	1,180000	1	0,867484	0,900145
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445

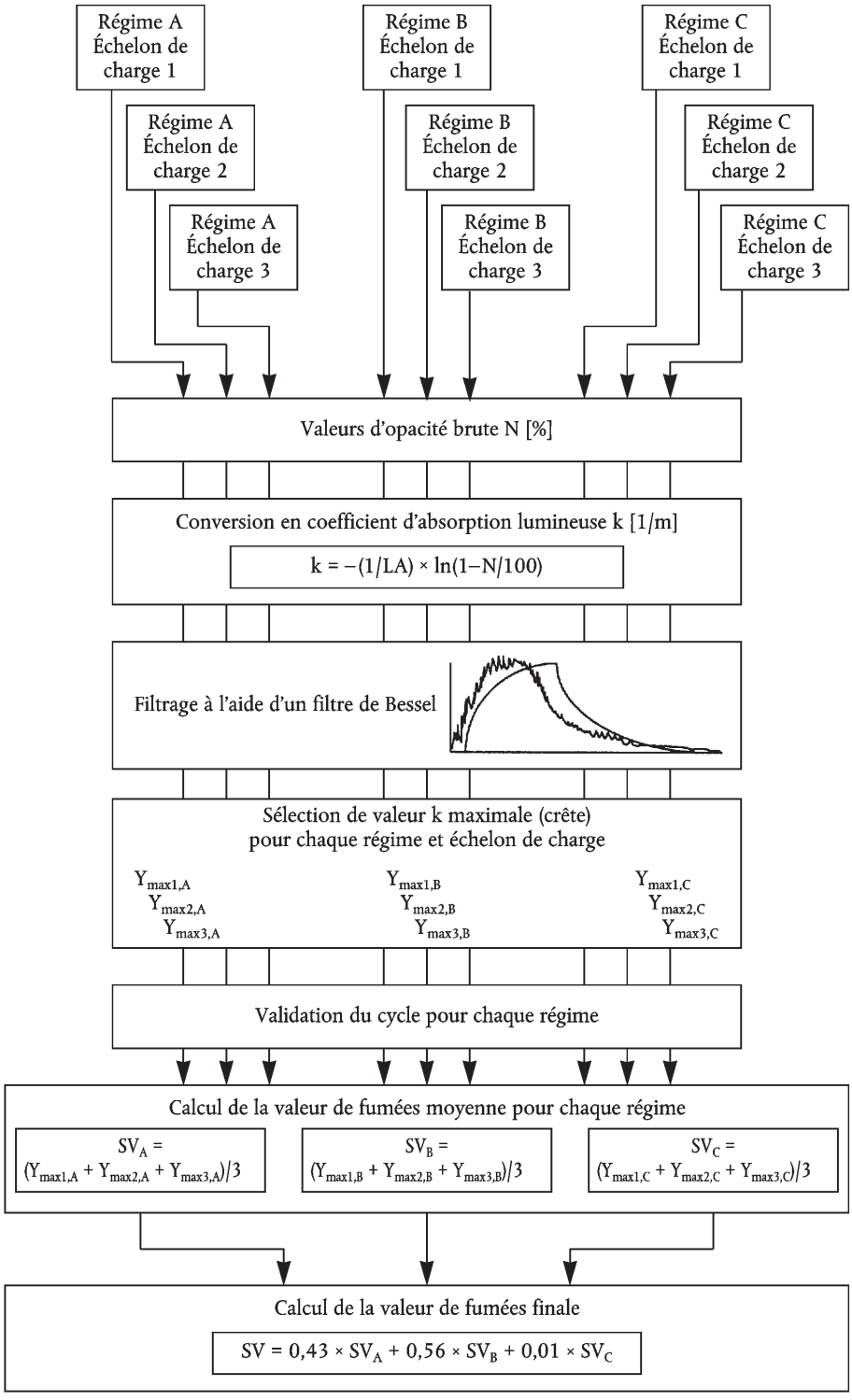
▼B

Indice i [-]	Temps [s]	Signal d'entrée progressif S_i [-]	Signal de sortie filtré Y_i [-]	
			1re itération	2e itération
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	0,899147	0,927414
192	1,280000	1	0,901168	0,929121
193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067
~	~	~	~	~

▼B

2.3. **Calcul des valeurs de fumées**

La procédure générale de détermination de la valeur finale de fumées est présentée dans le schéma ci-dessous.



▼B

Les traces du signal d'opacité brute non mesuré et des coefficients d'absorption lumineuse non filtrée et filtrée (valeur k) du premier échelon de charge d'un essai ELR sont représentées à la figure b et la valeur maximale $Y_{max1,A}$ (crête) de la trace k filtrée est indiquée. Par ailleurs, le tableau C contient les valeurs numériques de l'indice i, du temps (fréquence de prélèvement de 150 Hz), de l'opacité brute ainsi que la valeur k non filtrée et filtrée. Le filtrage a été réalisé en appliquant les constantes de l'algorithme de Bessel élaboré au point 2.2 de la présente annexe. Vu l'énorme volume de données, seuls les tronçons de la trace de fumées qui entourent le début et la crête sont repris.

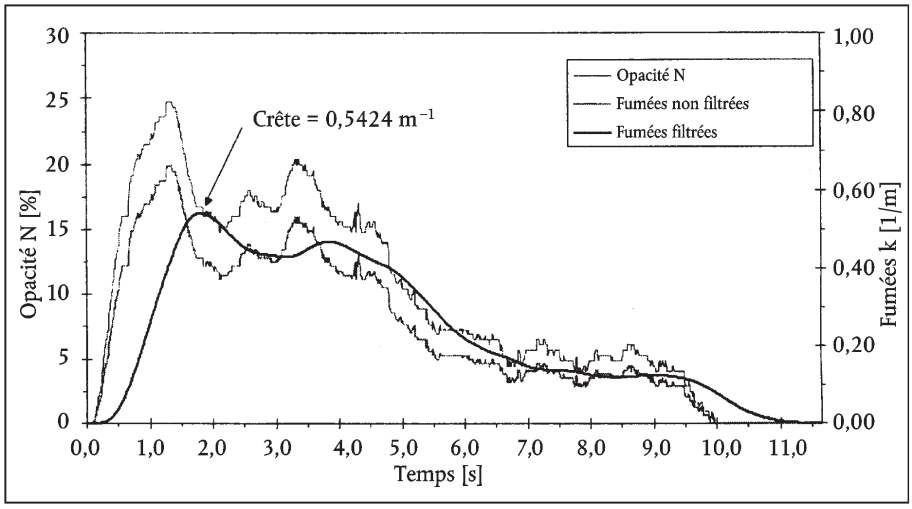


Figure b

Traces de l'opacité N, des fumées non filtrées k et des fumées filtrées k qui ont été mesurées

La valeur de crête (i = 272) est calculée en supposant les données suivantes du tableau C. Toutes les autres valeurs individuelles des fumées sont calculées de la même manière. S_{-1}, S_{-2}, Y_{-1} et Y_{-2} sont mis à zéro pour lancer l'algorithme.

L_A (m)	0,430
Indice i	272
N (%)	16,783
S_{271} (m^{-1})	0,427392
S_{270} (m^{-1})	0,427532
Y_{271} (m^{-1})	0,542383
Y_{270} (m^{-1})	0,542337

Calcul de la valeur k (annexe III, appendice 1, point 6.3.1):

$$k = -(1/0{,}430) \times \ln(1-(16{,}783/100)) = 0{,}427252\ m^{-1}$$

Cette valeur correspond à S_{272} dans l'équation ci-dessous.

Calcul de la moyenne de Bessel des fumées (annexe III, appendice 1, point 6.3.2):

Les constantes de Bessel du point 2.2 ci-dessus sont utilisées dans l'équation ci-dessous. La valeur k non filtrée effective, qui est calculée ci-dessus, correspond à S_{272} (S_i). S_{271} (S_{i-1}) et S_{270} (S_{i-2}) sont les deux valeurs k non filtrées précédentes tandis que Y_{271} (Y_{i-1}) et Y_{270} (Y_{i-2}) sont les deux valeurs k filtrées précédentes.

▼B

Y_{272} = 0,542383 + 8,272777 × 10^{-5} × (0,427252 + 2 × 0,427392 + 0,427532-4 × 0,542337) + 0,968410 × (0,542383-0,542337)

= 0,542389 m^{-1}

Cette valeur correspond à $Y_{max1,A}$ dans l'équation ci-dessous.

Calcul de la valeur finale de fumées (annexe III, appendice 1, point 6.3.3):

Pour le calcul ultérieur, la valeur k filtrée maximale est prélevée à partir de chaque trace de fumées. Les valeurs suivantes sont supposées.

Régime	Y_{max} (m^{-1})		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 m^{-1}

SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 m^{-1}

SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 m^{-1}

SV = (0,43 × 0,5482) + (0,56 × 0,5462) + (0,01 × 0,5099) = 0,5467 m^{-1}

Validation du cycle (annexe III, appendice 1, point 3.4)

Avant de calculer SV, le cycle doit être validé en calculant les écarts types relatifs des fumées des trois cycles pour chaque régime.

Régime	SV moyen (m^{-1})	Écart type absolu (m^{-1})	Écart type relatif (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

Dans cet exemple, le critère de validation de 15 % est satisfait pour chaque régime.

▼B

Tableau C

Valeurs d'opacité N, valeur k filtrée et non filtrée au début d'un échelon de charge

Indice i [-]	Temps [s]	Opacité N [%]	Valeur k non filtrée [m^{-1}]	Valeur k filtrée [m^{-1}]
- 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
- 1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036
20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378

▼B

Indice i [-]	Temps [s]	Opacité N [%]	Valeur k non filtrée [m-1]	Valeur k filtrée [m-1]
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587

Valeurs d'opacité N, valeur k non filtrée et filtrée autour de $Y_{max1,A}$ (≡ valeur de crête, indiquée en caractères gras)

Indice i [-]	Temps [s]	Opacité N [%]	Valeur k non filtrée [m-1]	Valeur k filtrée [m-1]
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	**0,542389**
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183

▼B

Indice i [-]	Temps [s]	Opacité N [%]	Valeur k non filtrée [m-1]	Valeur k filtrée [m-1]
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418
280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704

3. ESSAI ETC

3.1. **Émissions de gaz (moteur Diesel)**

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS.

V_0 (m^3/tr)	0,1776
N_p (tr)	23 073
p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3

▼B

T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conce}$ (ppm)	53,7
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	38,9
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	9,00
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
$W_{eff.}$ (kWh)	62,72

Calcul du débit de gaz d'échappement dilués (annexe III, appendice 2, point 4.1):

M_{TOTW} = 1,293 × 0,1776 × 23 073 × (98,0-2,3) × 273 / (101,3 × 322,5) = 4237,2 kg

Calcul du facteur de correction des NO_x (annexe III, appendice 2, point 4.2):

$$K_{H,\ D} = \frac{1}{1\text{-}0{,}0182 \times (12{,}8\text{-}10{,}71)} = 1{,}039$$

Calcul des concentrations corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 4.3.1.1):

Supposons un carburant Diesel de composition $C_1H_{1,8}$.

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{1{,}8}{2} + \left[3{,}76 \times \left(1 + \frac{1{,}8}{4}\right)\right]} = 13{,}6$$

$$DF = \frac{13{,}6}{0{,}723 + (9{,}00 + 38{,}9) \times 10^{-4}} = 18{,}69$$

$NO_{x\ conc}$ = 53,7-0,4 × (1-(1/18,69)) = 53,3 ppm

CO_{conc} = 38,9-1,0 × (1-(1/18,69)) = 37,9 ppm

HC_{conc} = 9,00-3,02 × (1-(1/18,69)) = 6,14 ppm

Calcul du débit massique d'émission (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

$NO_{x\ masse}$ = 0,001587 × 53,3 × 1,039 × 4237,2 = 372,391 g

CO_{masse} = 0,000966 × 37,9 × 4237,2 = 155,129 g

HC_{masse} = 0,000479 × 6,14 × 4237,2 = 12,462 g

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 4.4):

$\bar{NO_x}$ = 372,391/62,72 = 5,94 g/kWh

$\bar{CO}$ = 155,129/62,72 = 2,47 g/kWh

▼B

$$HC^{-} = 12{,}462/62{,}72 = 0{,}199 \text{ g/kWh}$$

3.2. **Émissions de particules (moteur Diesel)**

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS à dilution double.

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
$M_{f,p}$ (mg)	3,030
$M_{f,b}$ (mg)	0,044
M_{TOT} (kg)	2,159
M_{SEC} (kg)	0,909
M_{d} (mg)	0,341
M_{DIL} (kg)	1,245
DF	18,69
$W_{eff.}$ (kWh)	62,72

Calcul des émissions massiques (annexe III, appendice 2, point 5.1):

$$M_{f} = 3{,}030 + 0{,}044 = 3{,}074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2{,}159\text{-}0{,}909 = 1{,}250 \text{ kg}$$

$$PT_{masse} = \frac{3{,}074}{1{,}250} \times \frac{4237{,}2}{1000} = 10{,}42 \text{ g}$$

Calcul des émissions massiques corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 5.1):

$$PT_{masse} = \left[\frac{3{,}074}{1{,}250} - \left(\frac{0{,}341}{1{,}245} \times \left(1 + \frac{1}{18{,}69}\right)\right)\right] \times \frac{4237{,}2}{1000} = 9{,}32 \text{ g}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 5.2):

$$PT^{-} = 10{,}42/62{,}72 = 0{,}166 \text{ g/kWh}$$

$PT^{-} = 9{,}32/62{,}72 = 0{,}149$ g/kWh, avec correction pour l'air de dilution

3.3. **Émissions de gaz (moteur fonctionnant au gaz naturel comprimé)**

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS à dilution double.

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
H_{a} (g/kg)	12,8
$NO_{x\ conce}$ (ppm)	17,2
$NO_{x\ concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	44,3

▼B

CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	27,0
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CH_{4\ conce}$ (ppm)	18,0
$CH_{4\ concd}$ (ppm)	1,7
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
$W_{eff.}$ (kWh)	62,72

Calcul du facteur de correction des NO_x (annexe III, appendice 2, point 4.2):

$$K_{H,G} = \frac{1}{1\text{-}0{,}0329 \times (12{,}8\text{-}10{,}71)} = 1{,}074$$

Calcul de la concentration des NMHC (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

a) Méthode CG

$$NMHC_{conce} = 27{,}0\text{-}18{,}0 = 9{,}0 \text{ ppm}$$

b) Méthode NMC

Supposons un rendement du méthane de 0,04 et un rendement de l'éthane de 0,98 (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.8.4).

$$NMHC_{conce} = \frac{27{,}0 \times (1\text{-}0{,}04)\text{-}18{,}0}{0{,}98\text{-}0{,}04} = 8{,}4 \text{ ppm}$$

Calcul des concentrations corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 4.3.1.1):

Supposons un carburant de référence G_{20} (méthane à 100 %) de composition C_1H_4.

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{4}{2} + \left(3{,}76 \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)\right)} = 9{,}5$$

$$DF = \frac{9{,}5}{0{,}723 + (27{,}0 + 44{,}3) \times 10^{-4}} = 13{,}01$$

Pour les NMHC, la concentration de l'air de dilution est la différence entre HC_{concd} et $CH_{4\ concd}$

$$NO_{x\ conc} = 17{,}2\text{-}0{,}4 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 16{,}8 \text{ ppm}$$

$$CO_{conc} = 44{,}3\text{-}1{,}0 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 43{,}4 \text{ ppm}$$

$$NMHC_{conc} = 8{,}4\text{-}1{,}32 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 7{,}2 \text{ ppm}$$

$$CH_{4\ conc} = 18{,}0\text{-}1{,}7 \times (1\text{-}(1/13{,}01)) = 16{,}4 \text{ ppm}$$

Calcul du débit massique des émissions (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

$$NO_{x\ masse} = 0{,}001587 \times 16{,}8 \times 1{,}074 \times 4237{,}2 = 121{,}330 \text{ g}$$

$$CO_{masse} = 0{,}000966 \times 43{,}4 \times 4237{,}2 = 177{,}642 \text{ g}$$

$$NMHC_{masse} = 0{,}000502 \times 7{,}2 \times 4237{,}2 = 15{,}315 \text{ g}$$

▼B

$$CH_{4\ masse} = 0{,}000554 \times 16{,}4 \times 4237{,}2 = 38{,}498\ g$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 4.4):

$$\overline{NO_x} = 121{,}330/62{,}72 = 1{,}93\ g/kWh$$

$$\overline{CO} = 177{,}642/62{,}72 = 2{,}83\ g/kWh$$

$$\overline{NMHC} = 15{,}315/62{,}72 = 0{,}244\ g/kWh$$

$$\overline{CH_4} = 38{,}498/62{,}72 = 0{,}614\ g/kWh$$

4. FACTEUR DE RECALAGE λ (S_λ)

4.1. **Calcul du facteur de recalage λ (S_λ)** [1]

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1-\frac{\%\ d'inertes}{100}\right)\left(n+\frac{m}{4}\right)-\frac{O_2^*}{100}}$$

où:

S_λ = facteur de recalage λ;

% d'inertes = % en volume de gaz inertes dans le carburant (c'est-à-dire N_2, CO_2, He, etc.);

O_2^* = en volume d'oxygène initial dans le carburant;

n et m = font référence au C_nH_m moyen qui représente les hydrocarbures du carburant, c'est-à-dire:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\ \%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{-}\%\ de\ diluant}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\ \%}{100}\right] + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{-}\%\ de\ diluant}{100}}$$

où:

CH_4 = % en volume de méthane dans le carburant;

C_2 = % en volume de tous les hydrocarbures C_2 (p. ex. C_2H_6, C_2H_4, etc.) dans le carburant;

C_3 = % en volume de tous les hydrocarbures C_3 (p. ex. C_3H_8, C_3H_6, etc.) dans le carburant;

C_4 = % en volume de tous les hydrocarbures C_4 (p. ex. C_4H_{10}, C_4H_8, etc.) dans le carburant;

C_5 = % en volume de tous les hydrocarbures C_5 (p. ex. C_5H_{12}, C_5H_{10}, etc.) dans le carburant;

diluent = % en volume de gaz de dilution dans le carburant (c'est-à-dire, O_2^*, N_2, CO_2, He, etc.).

[1] Rapports stoechiométriques air/carburant de carburants automobiles — SAE J1829, juin 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, chapitre 3.4 «Combustion stoichiometry» (pp. 68-72).

▼B

4.2. **Exemples de calcul du facteur de réajustement λ S_λ:**

Exemple 1: G_{25}: CH_4 = 86 %, N_2 = 14 % (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{- \% de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1\text{-}\frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{- \% de diluant}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{\%\text{ d' inertes}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{-}\frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Exemple 2: G_R: CH_4 = 87 %, C_2H_6 = 13 % (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{- \% de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1\text{-}\frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{1} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{ - \% de diluant}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{\%\text{ d'inertes}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right)\text{-}\frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1\text{-}\frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

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 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\ \%}{100}\right] + ..}{\frac{1\text{ - \% de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1\text{-}\frac{(0{,}64 + 4)}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\ \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\ \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8}{100}\right]}{\frac{1\text{ - \% de diluant}}{100}}$$

$$= \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1\text{-}\frac{0{,}6 + 4}{100}} = 4{,}24$$

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1-\frac{\%\text{ d' inertes}}{100}\right)\left(n+\frac{m}{4}\right)-\frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1-\frac{4}{100}\right)\times\left(1{,}11+\frac{4{,}24}{4}\right)-\frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

▼B

ANNEXE VIII

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES SPÉCIFIQUES APPLICABLES AUX MOTEURS DIESEL À L'ÉTHANOL

Dans le cas des moteurs Diesel fonctionnant à l'éthanol, les modifications spécifiques suivantes des paragraphes, équations et facteurs s'appliquent aux procédures d'essai définies à l'annexe III de la présente directive.

À L'ANNEXE III, APPENDICE 1:

4.2. **Correction en conditions sèches/humides**

$$F_{FH} = \frac{1{,}877}{\left(\frac{1 + 2{,}577 \times G_{FUEL}}{G_{AIR\,W}}\right)}$$

4.3. **Correction des émissions de NO_x en fonction de l'humidité et de la température**

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10{,}71) + B \times (T_a - 298)}$$

où:

$A = 0{,}181\ G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0{,}0266.$

$B = -0{,}123\ G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0{,}00954.$

T_a = température de l'air, en K;

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

4.4. **Calcul des débits massiques d'émission**

Les débits massiques d'émission (g/h) doivent être calculés comme suit pour chaque mode, en supposant la densité des gaz d'échappement égale à 1,272 kg/m³ à 273 K (0 °C) et 101,3 kPa:

(1) $NO_{x\ mass} = 0{,}001613 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000982 \times CO_{conc} \times G_{EXH\ W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000809 \times HC_{conc} \times K_{H,D} \times G_{EXH\ W}$

où:

$NO_{x\ conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1] sont les concentrations moyennes (ppm) dans les gaz d'échappement bruts, telles que déterminées au point 4.1.

Si, en option, les émissions de gaz sont mesurées à l'aide d'un système de dilution en circuit principal, les formules suivantes s'appliquent:

(1) $NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times G_{TOT\ W}$

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times G_{TOT\ W}$

(3) $HC_{mass} = 0{,}000795 \times HC_{conc} \times G_{TOT\ W}$

où:

$NO_{x\ conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1] sont les concentrations moyennes corrigées de l'air de dilution (ppm) de chaque mode dans les gaz d'échappement dilués, telles que déterminées au point 4.3.1.1 de l'appendice 2 de l'annexe III.

[1] Sur la base de l'équivalent C1.

▼B

À L'ANNEXE III, APPENDICE 2:

Les points 3.1, 3.4, 3.8.3 et 5 de l'appendice 2 ne s'appliquent pas seulement aux moteurs Diesel, mais aussi aux moteurs Diesel fonctionnant à l'éthanol.

4.2. Les conditions d'essai doivent être telles que la température de l'air et l'humidité mesurées au niveau de l'admission du moteur soient normalisées durant l'exécution de l'essai. La norme doit être égale à 6 ± 0,5 g d'eau par kg d'air sec à un intervalle de température de 298 ± 3 K. Il ne doit être procédé à aucune autre correction des NO_x dans ces limites. L'essai est nul si ces conditions ne sont pas réunies.

4.3. **Calcul du débit massique des émissions**

4.3.1 *Systèmes à débit massique constant*

Dans le cas de systèmes équipés d'un échangeur thermique, la masse de polluants (g/essai) est déterminée au moyen des équations suivantes:

(1) $NO_{x\ mass} = 0{,}001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times M_{TOT\ W}$ (moteurs à l'éthanol)

(2) $CO_{x\ mass} = 0{,}000966 \times CO_{conc} \times M_{TOT\ W}$ (moteurs à l'éthanol)

(3) $HC_{mass} = 0{,}000794 \times HC_{conc} \times M_{TOT\ W}$ (moteurs à l'éthanol)

où:

$NO_{x\ conc}$, CO_{conc}, HC_{conc} [1], $NMHC_{conc}$ =concentrations moyennes corrigées de l'air de dilution sur la durée du cycle, obtenues par intégration (obligatoire pour les NO_x et les HC) ou par la méthode de mesure des sacs, en ppm;

M_{TOTW} =masse totale des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, telle que déterminée au point 4.1, en kg.

4.3.1.1. Détermination des concentrations corrigées de l'air de dilution

La concentration initiale moyenne de gaz polluants dans l'air de dilution doit être soustraite des concentrations mesurées afin d'obtenir les concentrations nettes de polluants. Les valeurs moyennes des concentrations initiales peuvent être mesurées à l'aide de la méthode des sacs de prélèvement ou d'une mesure continue avec intégration. La formule suivante est utilisée:

$$conc = conc_e - conc_d \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right)$$

où:

conc = concentration du polluant correspondant dans les gaz d'échappement dilués, corrigée de la quantité du polluant correspondant contenu dans l'air de dilution, en ppm;

$conc_e$ = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

$conc_d$ = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm;

DF = facteur de dilution.

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2conce} + (HC_{conce} + CO_{conce}) \times 10^{-4}}$$

où:

CO_{2conce} = concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement dilués, en % vol;

HC_{conce} = concentration de HC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1;

(1) Sur la base de l'équivalent C1.

▼B

CO_{conce} = concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

F_S = facteur stœchiométrique.

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées aux conditions humides conformément à l'annexe III, appendice 1, point 4.2.

Le facteur stœchiométrique est calculé comme suit pour la composition générale de carburant $CH_\alpha O_\beta N_\gamma$:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\beta}{2}\right) + \frac{\gamma}{2}}$$

À titre de variante, les facteurs stœchiométriques suivants peuvent être appliqués si la composition du carburant n'est pas connue:

F_S (éthanol) = 12,3

4.3.2. *Systèmes à compensation de débit*

Lorsque le système n'est pas équipé d'un échangeur thermique, la masse des polluants (g/essai) est déterminée en calculant les émissions massiques instantanées et en intégrant les valeurs instantanées sur toute la durée du cycle. En outre, la correction initiale est appliquée directement à la valeur instantanée de concentration. Les formules suivantes sont appliquées:

$$(1)NO_{x\ mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times NO_{x\ conce,i} \times 0{,}001587) - \left(M_{TOTW} \times NO_{x\ concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}001587\right)$$

$$(2)CO_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times CO_{conce,i} \times 0{,}000966) - \left(M_{TOTW} \times CO_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000966\right)$$

$$(3)HC_{mass} = \Sigma_{i=1}^{n}(M_{TOT\ W,i} \times HC_{conce,i} \times 0{,}000749) - \left(M_{TOTW} \times HC_{concd} \times \left(\frac{1 - 1}{DF}\right) \times 0{,}000749\right)$$

où:

$conc_e$ = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

$conc_d$ = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm;

$M_{TOTW,i}$ = masse instantanée de gaz d'échappement dilués (voir point 4.1), en kg;

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (voir point 4.1), en kg;

DF = facteur de dilution tel que déterminé au point 4.3.1.1.

4.4. **Calcul des émissions spécifiques**

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit pour tous les composants individuels:

$$\frac{\bar{NO}_x = NO_{x\ mass}}{W_{act}}$$

$$\frac{\bar{CO} = CO_{mass}}{W_{act}}$$

▼B

$$\overline{HC} = \frac{HC_{mass}}{W_{act}}$$

où:

W_{act} = travail du cycle effectif tel que déterminé au point 3.9.2, en kWh.

▼B

ANNEXE IX

DÉLAIS POUR LA TRANSPOSITION EN DROIT NATIONAL DES DIRECTIVES ABROGÉES

(visés à l'article 10)

PARTIE A

Directives abrogées

Directives	Journal officiel
Directive 88/77/CEE	L 36 du 9.2.1988, p. 33
Directive 91/542/CEE	L 295 du 25.10.1991, p. 1
Directive 96/1/CE	L 40 du 17.2.1996, p. 1
Directive 1999/96/CE	L 44 du 16.2.2000, p. 1.
Directive 2001/27/CE	L 107 du 18.4.2001, p. 10.

PARTIE B

Délais de transposition en droit national et d'application

Directive	Délai de transposition	Date d'application
Directive 88/77/CEE	1er juillet 1988	
Directive 91/542/CEE	1er janvier 1992	
Directive 96/1/CE	1er juillet 1996	
Directive 1999/96/CE	1er juillet 2000	
Directive 2001/27/CE	1er octobre 2001	1er octobre 2001

▼B

ANNEXE X

TABLEAU DE CORRESPONDANCE

(visé à l'article 10)

Directive 88/77/ CEE	Directive 91/542/ CEE	Directive 1999/96/ CE	Directive 2001/27/ CE	Présente directive
Article 1	—		—	Article 1
Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 4
Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 1
—	Article 2, par. 3	—	—	—
Article 2, par. 3	—	—	—	—
Article 2, par. 4	Article 2, par. 4	Article 2, par. 3	Article 2, par. 3	Article 2, par. 2
—	—	—	Article 2, par. 4	Article 2, par. 3
—	—	—	Article 2, par. 5	—
—	—	Article 2, par. 4	—	Article 2, par. 5
—	—	Article 2, par. 5	—	Article 2, par. 6
—	—	Article 2, par. 6	—	Article 2, par. 7
—	—	Article 2, par. 7	—	Article 2, par. 8
—	—	Article 2, par. 8	—	Article 2, par. 9
Article 3	—	—	—	—
—	—	Articles 5 et 6	—	Article 3
—	—	Article 4	—	Article 4
—	Article 3, par. 1	Article 3, par. 1	—	Article 6, par. 1
—	Article 3, par. 1 a)	Article 3, par. 1 a)	—	Article 6, par. 2
—	Article 3, par. 1 b)	Article 3, par. 1 b)	—	Article 6, par. 3
—	Article 3, par. 2	Article 3, par. 2	—	Article 6, par. 4
—	Article 3, par. 3	Article 3, par. 3	—	Article 6, par. 5
Article 4	—	—	—	Article 7
Article 6	Articles 5 et 6	Article 7	—	Article 8
Article 5	Article 4	Article 8	Article 3	Article 9
—	—	—	—	Article 10
—	—	Article 9	Article 4	Article 11
Article 7	Article 7	Article 10	Article 5	Article 12
Annexes I à VII	—	—	—	Annexes I à VII
—	—	—	Annexe VIII	Annexe VIII
—	—	—	—	Annexe IX
—	—	—	—	Annexe X