Ce texte constitue seulement un outil de documentation et n'a aucun effet juridique. Les institutions de l'Union déclinent toute responsabilité quant à son contenu. Les versions faisant foi des actes concernés, y compris leurs préambules, sont celles qui ont été publiées au Journal officiel de l'Union européenne et sont disponibles sur EUR-Lex. Ces textes officiels peuvent être consultés directement en cliquant sur les liens qui figurent dans ce document

►B

DIRECTIVE 97/68/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 16 décembre 1997

sur le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers

(JO L 59 du 27.2.1998, p. 1)

Modifiée par:

		Journal officiel		
		n°	page	date
►M1	Directive 2001/63/CE de la Commission du 17 août 2001	L 227	41	23.8.2001
►M2	Directive 2002/88/CE du Parlement européen et du Conseil du 9 décembre 2002	L 35	28	11.2.2003
►M3	Directive 2004/26/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 avril 2004	L 146	1	30.4.2004
►M4	Directive 2006/105/CE du Conseil du 20 novembre 2006	L 363	368	20.12.2006
►M5	Règlement (CE) nº 596/2009 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009	L 188	14	18.7.2009
►M6	Directive 2010/26/UE de la Commission du 31 mars 2010	L 86	29	1.4.2010
►M7	Directive 2011/88/UE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2011	L 305	1	23.11.2011
►M8	Directive 2012/46/UE de la Commission du 6 décembre 2012	L 353	80	21.12.2012
►M9	Règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016	L 252	53	16.9.2016

Modifiée par:

►A1	Acte relatif aux conditions d'adhésion à l'Union européenne de la République tchèque, de la République d'Estonie, de la République de Chypre, de la République de Lettonie, de la République de Lituanie, de la République de Hongrie, de la République de Malte, de la République de Pologne, de la République de Slovénie et de la République slovaque, et aux adaptations des traités sur lesquels est fondée l'Union européenne	L 236	33	23.9.2003

Rectifiée par:

►C1 Rectificatif, JO L 225 du 25.6.2004, p. 3 (2004/26/CE)

►C2 Rectificatif, JO L 59 du 4.3.2011, p. 73 (2010/26/UE)

►C3 Rectificatif, JO L 13 du 20.1.2015, p. 13 (2004/26/CE)

▼B

DIRECTIVE 97/68/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

du 16 décembre 1997

sur le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers

Article premier

Objectifs

La présente directive vise à rapprocher les législations des États membres en ce qui concerne les normes d'émission et les procédures de réception par type des moteurs destinés à être installés sur les engins mobiles non routiers. Elle contribuera au bon fonctionnement du marché intérieur, tout en assurant la protection de la santé et de l'environnement.

Article 2

Définitions

Aux fins de la présente directive, on entend par:

— *engin mobile non routier,* toute machine mobile, tout équipement industriel transportable ou tout véhicule, pourvu ou non d'une carrosserie, non destiné au transport routier de passagers ou de marchandises, sur lequel est installé un moteur à combustion interne, au sens de l'annexe I section 1,

— *réception par type,* la procédure par laquelle un État membre certifie qu'un type de moteur ou une famille de moteurs à combustion interne, en ce qui concerne le niveau d'émission de particules et de gaz polluants, satisfait aux exigences techniques correspondantes de la présente directive,

— *type de moteur,* une catégorie de moteurs identiques par les aspects essentiels du moteur énoncés à l'annexe II appendice 1,

— *famille de moteurs,* une classification retenue par le constructeur selon laquelle les moteurs, de par leur conception, doivent tous avoir les mêmes caractéristiques d'émission et satisfont aux exigences de la présente directive,

— *moteur représentatif,* un moteur choisi dans une famille de moteurs de manière à satisfaire aux exigences définies à l'annexe I sections 6 et 7,

— *puissance du moteur,* la puissance nette telle qu'elle est spécifiée à l'annexe I point 2.4,

— *date de production du moteur,* la date à laquelle le moteur subit avec succès le dernier contrôle après avoir quitté la chaîne de production. À ce stade, le moteur est prêt à être livré ou mis en stock,

▼M2

— *mise sur le marché,* l'action de rendre disponible sur le marché, pour la première fois, contre paiement ou à titre gratuit, un moteur, en vue de sa distribution et/ou de son utilisation dans la Communauté,

▼B

— *constructeur,* la personne physique ou l'organisme responsable devant l'autorité compétente en matière de réception de tous les aspects du processus de réception par type et de la conformité de la production. Cette personne ou cet organisme ne doit pas nécessairement intervenir directement à toutes les étapes de la construction du moteur,

— *autorité compétente en matière de réception,* l'autorité ou les autorités compétente(s) d'un État membre responsable(s) de tous les aspects de la réception par type d'un moteur ou d'une famille de moteurs, de la délivrance et du retrait de certificats de réception, de la liaison avec les autorités compétentes en matière de réception des autres États membres et de la vérification des dispositions prises par le constructeur en vue d'assurer la conformité de la production,

— *service technique,* l'organisation (les organisations) ou l'organisme (les organismes) agréé(s) comme laboratoire d'essai pour procéder à des essais ou à des inspections au nom de l'autorité d'un État membre compétente en matière de réception. Cette fonction peut aussi être assurée par l'autorité compétente elle-même;

— *fiche de renseignements,* la fiche figure à l'annexe II indiquant quelles informations le demandeur doit fournir,

— *dossier constructeur,* l'ensemble complet des données, dessins, photographies, etc., fournis par le demandeur au service technique ou à l'autorité compétente en matière de réception conformément aux indications de la fiche de renseignements,

— *dossier de réception,* le dossier constructeur, accompagné des rapports d'essais ou des autres documents que le service technique ou l'autorité compétente en matière de réception y ont adjoints au cours de l'accomplissement de leurs tâches,

— *index du dossier de réception,* le document présentant le contenu du dossier de réception selon une numérotation ou un marquage permettant de localiser facilement chaque page,

▼M2

— *moteur de rechange,* un moteur neuf destiné à remplacer le moteur d'un équipement, et qui a été fourni uniquement à cette fin,

— *moteur portatif,* un moteur qui satisfait à au moins une des exigences suivantes:

a) le moteur doit être utilisé dans un équipement qui est porté par l'opérateur pendant l'exécution des fonctions pour lesquelles il est conçu;

b) le moteur doit être utilisé dans un équipement devant fonctionner en positions multiples, par exemple en position renversée ou de côté, pour accomplir les fonctions pour lesquelles il est conçu;

c) le moteur doit être utilisé dans un équipement dont le poids à sec combiné (équipement + moteur) est inférieur à 20 kilogrammes et qui possède au moins l'une des caractéristiques suivantes:

▼M2

i) l'opérateur doit soit tenir, soit porter l'équipement pendant l'exécution de sa ou ses fonction(s);

ii) l'opérateur doit tenir ou piloter l'équipement pendant l'exécution de sa ou ses fonction(s);

iii) le moteur doit être utilisé dans un générateur ou une pompe,

— *moteur non portatif,* un moteur qui ne correspond pas à la définition du moteur portatif,

— *moteur portatif à usage professionnel fonctionnant en positions multiples,* un moteur portatif qui satisfait aux exigences énoncées aux points a) et b) de la définition du «moteur portatif» et pour lequel le constructeur a fourni à une autorité compétente en matière de réception la garantie qu'une période de durabilité des caractéristiques d'émissions de catégorie 3 (comme indiqué à l'annexe IV, appendice 4, point 2.1) serait applicable,

— *période de durabilité des caractéristiques d'émissions,* le nombre d'heures indiqué à l'annexe IV, appendice 4, utilisé pour déterminer les facteurs de détérioration,

— *famille de moteurs fabriqués en petites séries,* une famille de moteurs à allumage commandé produits au total à moins de 5 000 unités par an,

— *constructeur de moteurs à allumage commandé en petites série,* un constructeur dont la production annuelle totale est inférieure à 25 000 unités,

▼M3
▼C1

— *bateau de la navigation intérieure,* un bateau destiné à être utilisé sur des voies navigables intérieures, d'une longueur égale ou supérieure à 20 mètres et d'un volume égal ou supérieur à 100 m^3 selon la formule définie à l'annexe I, section 2, point 2.8 *bis*, ou un remorqueur ou un pousseur construit pour remorquer, pousser ou mener à couple des bateaux de 20 mètres ou plus.

Cette définition n'englobe pas:

— les bateaux destinés au transport de voyageurs transportant 12 personnes au maximum en plus de l'équipage,

— les bateaux de plaisance d'une longueur inférieure à 24 mètres (tels qu'ils sont définis à l'article 1er, paragraphe 2, de la directive 94/25/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 juin 1994 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres relatives aux bateaux de plaisance [1],

— les bateaux de service des autorités de contrôle,

— les bateaux de service d'incendie,

— les bateaux militaires,

— les bateaux de pêche inscrits au fichier communautaire des navires de pêche,

[1] JO L 164 du 30.6.1994, p. 15. Directive modifiée en dernier lieu par le règlement (CE) no 1882/2003 (JO L 284 du 31.10.2003, p. 1).

▼C1

— les navires de mer, y compris les remorqueurs et pousseurs de mers circulant ou stationnant sur les eaux fluvio-maritimes ou se trouvant temporairement sur les eaux intérieures, pour autant qu'ils soient munis d'un certificat de navigation ou de sécurité en cours de validité défini à l'annexe I, section 2, point 2.8 *ter*,

— *fabricant de l'équipement d'origine (FEO),* un fabricant d'un type d'engin mobile non routier,

►C3 — *mécanisme de flexibilité,* la procédure autorisant un constructeur de moteurs à mettre sur le marché, pendant la période ◄ séparant deux phases de valeurs limites, un nombre limité de moteurs destinés à être installés dans des engins mobiles non routiers qui ne respectent que les valeurs limites d'émission de la phase antérieure.

▼B

Article 3

Demande de réception par type

1. Toute demande de réception par type de moteur ou famille de moteurs est introduite par le constructeur auprès de l'autorité compétente en matière de réception d'un État membre. Elle est accompagnée d'un dossier constructeur dont le contenu est indiqué dans la fiche de renseignements figurant à l'annexe II de la présente directive. Un moteur répondant aux caractéristiques du type de moteur énoncées à l'annexe II appendice 1 est soumis au service technique chargé d'effectuer les essais de réception.

2. Dans le cas d'une demande portant sur la réception par type d'une famille de moteurs, si l'autorité compétente en matière de réception estime que, en ce qui concerne le moteur représentatif sélectionné, la demande ne représente pas pleinement la famille de moteurs décrite à l'annexe II appendice 2, un moteur représentatif de remplacement et, le cas échéant, un moteur représentatif supplémentaire qu'elle sélectionne sont fournis aux fins de la réception conformément au paragraphe 1.

3. Une demande de réception d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs ne peut être introduite qu'auprès d'un seul État membre. Chaque type de moteur ou famille de moteurs à réceptionner fait l'objet d'une demande distincte.

Article 4

Procédure de réception par type

1. L'État membre qui reçoit la demande accorde la réception par type à tous les types ou familles de moteurs conformes aux informations contenues dans le dossier constructeur et satisfaisant aux exigences de la présente directive.

2. L'État membre remplit toutes les rubriques correspondantes du certificat de réception par type, dont un modèle figure à l'►M2 annexe VII ◄, pour chaque type de moteur ou famille de moteurs qu'il réceptionne et établit ou vérifie le contenu de l'index du dossier de réception. Les certificats de réception sont numérotés selon la méthode décrite à l'►M2 annexe VIII ◄. Le certificat de réception par type rempli

▼B

et ses annexes sont envoyés au demandeur. ►M5 La Commission modifie l'annexe VIII. Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 15, paragraphe 2. ◄

3. Dans le cas où le moteur à réceptionner ne remplit sa fonction ou ne présente certaines caractéristiques qu'en liaison avec d'autres éléments de l'engin mobile non routier et où, de ce fait, la conformité avec une ou plusieurs exigences ne peut être vérifiée que lorsque le moteur à réceptionner fonctionne en liaison avec d'autres éléments de l'engin, qu'ils soient réels ou simulés, la portée de la réception par type du moteur doit être limitée en conséquence. Le certificat de réception du type de moteur ou de la famille de moteurs doit alors mentionner les restrictions d'emploi et les conditions d'installation éventuelles.

4. L'autorité de chaque État membre compétente en matière de réception:

a) envoie mensuellement à ses homologues des autres États membres une liste (contenant les renseignemetns précisés à l'►M2 annexe IX ◄) des réceptions par type de moteur ou famille de moteurs qu'elle a accordées, refusées ou retirées au cours du mois en question;

b) envoie, dès réception d'une demande envoyée par l'autorité compétente en matière de réception d'un autre État membre:

— un exemplaire du certificat de réception par type du moteur ou de la famille de moteurs concerné(e) et/ou un dossier de réception pour chaque type de moteur ou famille de moteurs ayant fait l'objet de l'octroi, du refus ou du retrait d'une réception

et/ou

— la liste visée à l'article 6 paragraphe 3 des moteurs produits conformément aux réceptions par type accordées indiquant les renseignements figurant à l'►M2 annexe X ◄

et/ou

— une copie de la déclaration visée à l'article 6 paragraphe 4.

5. Chaque année et chaque fois qu'elle en reçoit la demande, l'autorité compétente en matière de réception de chaque État membre envoie à la Commission un exemplaire de la fiche technique figurant à l'►M2 annexe XI ◄ concernant les moteurs réceptionnés depuis la dernière notification.

▼M7

6. Les moteurs à allumage par compression destinés à des utilisations autres que la propulsion d'autorails et de bateaux de la navigation intérieure peuvent être mis sur le marché dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité conformément à la procédure visée à l'annexe XIII, en sus des paragraphes 1 à 5.

▼B

Article 5

Modifications des réceptions

1. L'État membre qui a procédé à une réception par type doit prendre les mesures nécessaires en vue d'être informé de toute modification des informations figurant dans le dossier de réception.

▼B

2. La demande de modification ou d'extension d'une réception par type est soumise exclusivement à l'autorité compétente en matière de réception de l'État membre qui a procédé à la réception d'origine.

3. Si les indications figurant dans le dossier de réception ont été modifiées, l'autorité compétente en matière de réception de l'État membre concerné:

— publie, si nécessaire, la ou les page(s) révisée(s) du dossier de réception en indiquant clairement sur chaque page révisée la nature de la modification, ainsi que la date de la nouvelle publication. Lors de chaque publication de pages révisées, l'index du dossier de réception (qui est annexé au certificat de réception par type) est également modifié de manière à faire ressortir les dates des modifications les plus récentes

et

— publie un certificat de réception par type révisé (assorti d'un numéro d'extension) si une des informations qu'il contient a été modifiée (à l'exclusion de ses annexes) ou si les normes de la directive ont été modifiées depuis la date qui y est apposée. Ce certificat révisé indique clairement le motif de la révision et la date de la nouvelle publication.

Si l'autorité de l'État membre concerné compétente en matière de réception estime qu'une modification d'un dossier de réception justifie de nouveaux essais ou de nouvelles vérifications, elle en informe le constructeur et n'établit les documents précités qu'après avoir procédé à de nouveaux essais ou vérifications satisfaisants.

Article 6

Conformité

1. Le constructeur appose sur chaque unité fabriquée conformément au type réceptionné les marquages définis à l'annexe I section 3, y compris le numéro de réception par type.

2. Si le certificat de réception par type prévoit, conformément à l'article 4 paragraphe 3, des restrictions d'emploi, le constructeur fournit pour chaque unité fabriquée des renseignements détaillés sur ces restrictions et précise les conditions d'installation. Lorsqu'une série de types de moteurs est livrée à un seul fabricant d'engins, il suffit que ce dernier reçoive, au plus tard à la date de livraison du premier moteur, une seule fiche de renseignements de ce type comportant également les numéros d'identification des moteurs concernés.

3. Le constructeur envoie sur demande à l'autorité compétente en matière de réception qui a procédé à la réception par type, dans un délai de quarante-cinq jours après la fin de chaque année et immédiatement après chaque date d'entrée en vigueur des nouvelles dispositions lorsque les exigences de la présente directive sont modifiées et immédiatement après toute autre date que l'autorité arrêterait, une liste indiquant la série des numéros d'identification de chaque type de moteur produit conformément aux exigences de la présente directive depuis la dernière date de notification ou depuis la première date d'application de ces exigences. Si elles ne sont pas explicitées par le système de codification des moteurs, cette liste doit indiquer les correspondances entre

▼B

les numéros d'identification et les types ou les familles de moteurs correspondants et les numéros de réception par type. En outre, elle doit contenir des informations particulières si le constructeur cesse la production d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs réceptionnés. Au cas où cette liste ne doit pas être régulièrement envoyée à l'autorité compétente en matière de réception, le constructeur doit conserver ces données pendant au moins vingt ans.

4. Le constructeur envoie à l'autorité compétente en matière de réception qui a procédé à la réception par type, dans un délai de quarante-cinq jours après la fin de chaque année et à chaque date d'entrée en vigueur visée à l'article 9, une déclaration précisant les types et familles de moteurs et les codes correspondants d'identification des moteurs qu'il compte produire à partir de cette date.

▼M3
▼C1

5. Les moteurs à allumage par compression mis sur le marché dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité sont étiquetés conformément à l'annexe XIII.

▼B

Article 7

Acceptation de réceptions équivalentes

1. Le Parlement européen et le Conseil, statuant sur proposition de la Commission, peuvent reconnaître l'équivalence entre les conditions et les dispositions en matière de réception des moteurs établies par la présente directive et les procédures établies par des réglementations internationales ou de pays tiers, dans le cadre d'accords multilatéraux ou bilatéraux entre la Communauté et des pays tiers.

▼M2

2. Les États membres acceptent les réceptions par type énumérées et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes, à l'annexe XII comme étant conformes à la présente directive.

▼M3
▼C1

Article 7 bis

Bateaux de la navigation intérieure

1. Les dispositions ci-après s'appliquent aux moteurs destinés à être installés dans des bateaux de la navigation intérieure. Les paragraphes 2 et 3 ne s'appliquent pas tant que l'équivalence entre les exigences établies par la présente directive et celles établies dans le cadre de la convention de Mannheim sur la navigation du Rhin n'est pas reconnue par la commission centrale pour la navigation du Rhin (ci-après dénommée «CCNR») et que la Commission n'en a pas été informée.

2. Jusqu'au 30 juin 2007, les États membres ne peuvent pas refuser la mise sur le marché de moteurs qui répondent aux conditions établies par la CCNR étape I, pour laquelle les valeurs limites d'émission sont établies à l'annexe XIV.

3. À partir du 1er juillet 2007 et jusqu'à l'entrée en vigueur d'un ensemble supplémentaire de valeurs limites qui résulteraient d'autres modifications de la présente directive, les États membres ne peuvent refuser la mise sur le marché de moteurs qui répondent aux conditions établies par la CCNR étape II, pour laquelle les valeurs limites d'émission sont établies à l'annexe XV.

▼M5

4. La Commission adapte l'annexe VII pour intégrer les informations supplémentaires et spécifiques qui peuvent être requises en ce qui concerne le certificat de réception par type pour les moteurs destinés à être installés dans des bateaux de la navigation intérieure. Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 15, paragraphe 2.

▼M3
▼C1

5. Aux fins de la présente directive, pour ce qui concerne les bateaux de la navigation intérieure, tout moteur auxiliaire d'une puissance supérieure à 560 kW est soumis aux mêmes conditions que les moteurs de propulsion.

▼B

Article 8

▼M3
▼C1

Mise sur le marché

1. Les États membres ne peuvent pas refuser la mise sur le marché de moteurs, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins, dès lors qu'ils répondent aux exigences de la présente directive.

▼B

2. Les États membres autorisent uniquement, le cas échéant, l'immatriculation ou la mise sur le marché des nouveaux moteurs qui répondent aux exigences de la présente directive, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins.

▼M3
▼C1

2 *bis*. Les États membres ne délivrent pas le certificat communautaire pour bateaux de la navigation intérieure établi par la directive 82/714/CEE du Conseil du 4 octobre 1982 établissant les prescriptions techniques des bateaux de la navigation intérieure [1] aux navires dont les moteurs ne répondent pas aux exigences de la présente directive.

▼B

3. L'autorité d'un État membre compétente en matière de réception qui accorde une réception prend toutes les mesures nécessaires dans le cadre de cette réception pour enregistrer et vérifier, le cas échéant en coopération avec les autorités des autres États membres compétentes en matière de réception, les numéros d'identification des moteurs produits conformément aux exigences de la présente directive.

4. Une vérification supplémentaire des numéros d'identification peut avoir lieu à l'occasion du contrôle de la conformité de la production visé à l'article 11.

5. En ce qui concerne la vérification des numéros d'identification, le constructeur ou ses agents établis dans la Communauté communiquent sans tarder à l'autorité compétente en matière de réception qui le demande toutes les informations nécessaires sur leurs clients et les numéros d'identification des moteurs déclarés fabriqués conformément à l'article 6 paragraphe 3. Au cas où les moteurs sont vendus à un constructeur d'engins, de plus amples informations ne sont pas requises.

[1] JO L 301 du 28.10.1982, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par l'acte d'adhésion de 2003.

▼B

6. Si, à la demande de l'autorité compétente en matière de réception, le constructeur n'est pas en mesure de vérifier les exigences visées à l'article 6, notamment en liaison avec le paragraphe 5 du présent article, la réception du type de moteur ou de la famille de moteurs concerné(e) conformément à la présente directive peut être retirée. La procédure d'information décrite à l'article 12 paragraphe 4 est mise en œuvre.

Article 9

▼M2

Calendrier — Moteurs à allumage par compression

▼B

1. DÉLIVRANCE DES RÉCEPTIONS PAR TYPE

Après le 30 juin 1998, les États membres ne peuvent refuser de procéder à la réception par type d'un type ou d'une famille de moteurs et de délivrer le document décrit à l'►M2 annexe VII ◄, ni imposer d'autres exigences de réception par type en matière d'émissions polluantes aux engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé, si ce moteur satisfait aux exigences de la présente directive en matière d'émissions de gaz et de particules polluants.

2. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE I

(CATÉGORIES DE MOTEURS A, B ET C)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type d'un type ou d'une famille de moteurs et de délivrer le document décrit à l'►M2 annexe VII ◄, et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé:

après le 30 juin 1998, pour les moteurs d'une puissance de:

— A: $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,

— B: $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ KW}$,

— C: $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de gaz et de particules polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'►M2 annexe I, point 4.1.2.1 ◄.

3. RÉCEPTIONS PAR TYPE PENDANT LA PHASE II

(CATÉGORIES DE MOTEURS D, E, F ET G)

▼M3
▼C1

Les États membres refusent de procéder à la réception par type d'un type ou d'une famille de moteurs et de délivrer le document décrit à l'annexe VII et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur non encore mis sur le marché est installé:

▼B

— D: après le 31 décembre 1999, pour les moteurs d'une puissance de $18 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$,

— E: après le 31 décembre 2000, pour les moteurs d'une puissance de $130 \text{ kW} \leq P \leq 560 \text{ kW}$,

— F: après le 31 décembre 2001, pour les moteurs d'une puissance de $75 \text{ kW} \leq P < 130 \text{ kW}$,

— G: après le 31 décembre 2002, pour les moteurs d'une puissance de $37 \text{ kW} \leq P < 75 \text{ kW}$,

▼B

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et que leurs émissions de gaz et de particules polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'►M2 annexe I, point 4.1.2.3 ◄.

▼M3
▼C1

3 *bis*. RÉCEPTION PAR TYPE DES MOTEURS PENDANT LA PHASE III A (CATÉGORIES DE MOTEURS H, I, J et K)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur non encore mis sur le marché est installé:

— H: après le 30 juin 2005, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— I: après le 31 décembre 2005, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 75 kW ≤ P < 130 kW,

— J: après le 31 décembre 2006, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 37 kW ≤ P < 75 kW,

— K: après le 31 décembre 2005, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 19 kW ≤ P < 37 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.4.

3 *ter*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III A DES MOTEURS À VITESSE CONSTANTE (CATÉGORIES DE MOTEURS H, I, J et K)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur non encore mis sur le marché est installé:

— moteurs à vitesse constante de catégorie H: après le 31 décembre 2009, pour les moteurs d'une puissance de: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— moteurs à vitesse constante de catégorie I: après le 31 décembre 2009, pour les moteurs d'une puissance de: 75 kW ≤ P < 130 kW,

— moteurs à vitesse constante de catégorie J: après le 31 décembre 2010, pour les moteurs d'une puissance de: 37 kW ≤ P < 75 kW,

— moteurs à vitesse constante de catégorie K: après le 31 décembre 2009, pour les moteurs d'une puissance de: 19 kW ≤ P < 37 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.4.

▼C1

3 *quater*. RÉCEPTION PAR TYPE DES MOTEURS PENDANT LA PHASE III B (CATÉGORIE DE MOTEURS L, M, N et P)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur non encore mis sur le marché est installé:

— L: après le 31 décembre 2009 pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 130 kW ≤ P < 560 kW,

— M: après le 31 décembre 2010 pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 75 kW ≤ P < 130 kW,

— N: après le 31 décembre 2010 pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 56 kW ≤ P < 75 kW,

— P: après le 31 décembre 2011 pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 37 kW ≤ P < 56 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.5.

3 *quinquies*. RÉCEPTION PAR TYPE DES MOTEURS PENDANT LA PHASE IV (CATÉGORIES DE MOTEURS Q et R)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur non encore mis sur le marché est installé:

— Q: après le 31 décembre 2012, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— R : après le 30 septembre 2010, pour les moteurs — autres que les moteurs à vitesse constante — d'une puissance de: 56 kW ≤ P < 130 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.6.

3 *sexies*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III A DES MOTEURS DE PROPULSION UTILISÉS SUR LES BATEAUX DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE (CATÉGORIE DE MOTEURS V)

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII:

▼C1

— V1:1: après le 31 décembre 2005 pour les moteurs d'une puissance égale ou supérieure à 37 kW et un volume inférieur à 0,9 litre par cylindre,

— V1:2: après le 30 juin 2005 pour les moteurs d'un volume égal ou supérieur à 0,9 litre mais inférieur à 1,2 litre par cylindre,

— V1:3: après le 30 juin 2005 pour les moteurs d'un volume égal ou supérieur à 1,2 litre mais inférieur à 2,5 litres par cylindre, et d'une puissance de 37 kW ≤ P < 75 kW,

— V1:4: après le 31 décembre 2006 pour les moteurs d'un volume égal ou supérieur à 2,5 litres mais inférieur à 5 litres par cylindre,

— V2: après le 31 décembre 2007 pour les moteurs d'un volume égal ou supérieur à 5 litres par cylindre,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.4.

3 *septies*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III A DES MOTEURS À PROPULSION UTILISÉS SUR LES AUTORAILS

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII:

— RC A: après le 30 juin 2005 pour les moteurs d'une puissance supérieure à 130 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.4.

3 *octies*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III B DES MOTEURS DE PROPULSION UTILISÉS SUR LES AUTORAILS

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII:

— RC B: après le 31 décembre 2010 pour les moteurs d'une puissance supérieure à 130 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.5.

3 *nonies*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III A DES MOTEURS DE PROPULSION UTILISÉS SUR LES LOCOMOTIVES

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII:

— RL A: après le 31 décembre 2005 pour les moteurs d'une puissance de 130 kW ≤ P ≤ 560 kW,

— RH A: après le 31 décembre 2007 pour les moteurs d'une puissance de 560 kW < P,

▼C1

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de particules et de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.4. Les dispositions du présent paragraphe ne s'appliquent pas aux types ou familles de moteurs en question lorsqu'un contrat d'achat du moteur a été passé avant le 20 mai 2004 et à condition que le moteur soit mis sur le marché au plus tard deux ans après la date d'application pour la catégorie de locomotives en question.

3 *decies*. RÉCEPTION PAR TYPE PENDANT LA PHASE III B DES MOTEURS DE PROPULSION UTILISÉS DANS LES LOCOMOTIVES

Les États membres refusent de procéder à la réception par type des types ou familles de moteurs suivants et de délivrer le document décrit à l'annexe VII

— R B: après le 31 décembre 2010 pour les moteurs d'une puissance supérieure à 130 kW,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de gaz et de particules polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.1.2.5. Les dispositions du présent paragraphe ne sont pas applicables aux types et familles de moteurs visés lorsque le contrat d'achat du moteur a été passé avant le 20 mai 2004 et à condition que le moteur soit mis sur le marché deux ans au maximum après la date applicable à la catégorie de locomotives concernée.

▼B

4. ►M3 ►C1 MISE SUR LE MARCHÉ ET DATES DE PRODUCTION DES MOTEURS ◄ ◄

Après les dates indiquées ci-après, et à l'exception des engins et moteurs destinés à l'exportation vers des pays tiers, les États membres autorisent l'immatriculation, le cas échéant, ►M2 et la mise sur le marché de moteurs ◄, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins, seulement s'ils répondent aux exigences de la présente directive et seulement si le moteur est réceptionné conformément à l'une des catégories définies aux points 2 et 3.

Phase I

— catégorie A: 31 décembre 1998

— catégorie B: 31 décembre 1998

— catégorie C: 31 mars 1999

Phase II

— catégorie D: 31 décembre 2000

— catégorie E: 31 décembre 2001

— catégorie F: 31 décembre 2002

— catégorie D: 31 décembre 2003

▼B

Cependant, pour chaque catégorie, les États membres peuvent différer de deux ans le respect des exigences susmentionnées dans le cas des moteurs dont la date de production est antérieure aux dates mentionnées dans le présent point.

L'autorisation octroyée pour les moteurs de la phase I expire à la date d'entrée en vigueur obligatoire de la phase II.

▼M3

▼C1

4 *bis*. Sans préjudice de l'article 7 *bis* et de l'article 9, paragraphes 3 *octies* et 3 *nonies*, et exception faite des engins et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers, les États membres n'autorisent, après les dates indiquées ci-après, la mise sur le marché de moteurs, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins, que s'ils sont conformes aux exigences de la présente directive et si le moteur concerné est réceptionné en conformité avec l'une des catégories visées aux paragraphes 2 et 3.

Phase III A moteurs autres que moteurs à vitesse constante

— Catégorie H: 31 décembre 2005,

— catégorie I: 31 décembre 2006,

— catégorie J: 31 décembre 2007,

— catégorie K: 31 décembre 2006.

Phase III A moteurs de bateaux de navigation intérieure

— Catégorie V1:1: 31 décembre 2006,

— catégorie V1:2: 31 décembre 2006,

— catégorie V1:3: 31 décembre 2006,

— catégorie V1:4: 31 décembre 2008,

— catégories V2: 31 décembre 2008.

Phase III A moteurs à vitesse constante

— Catégorie H: 31 décembre 2010,

— catégorie I: 31 décembre 2010,

— catégorie J: 31 décembre 2011,

— catégorie K: 31 décembre 2010.

Phase III A moteurs d'autorails

— Catégorie RC A: 31 décembre 2005.

Phase III A moteurs de locomotives

— Catégorie RL A: 31 décembre 2006,

— catégorie RH A: 31 décembre 2008.

Phase III B moteurs autres que moteurs à vitesse constante

— Catégorie L: 31 décembre 2010,

— catégorie M: 31 décembre 2011,

▼C1

— catégorie N: 31 décembre 2011,

— catégorie P: 31 décembre 2012.

Phase III B moteurs d'autorails

— Catégorie RC B: 31 décembre 2011.

Phase III B moteurs de locomotives

— Catégorie R B: 31 décembre 2011.

Phase IV moteurs autres que moteurs à vitesse constante

— Catégorie Q: 31 décembre 2013,

— catégorie R: 30 septembre 2014.

Pour chaque catégorie, le respect des exigences susmentionnées est différé de deux ans dans le cas des moteurs dont la date de production est antérieure à la date indiquée.

L'autorisation octroyée pour une phase de valeurs limites d'émission expire à la date d'entrée en vigueur obligatoire de la phase suivante de valeurs limites.

▼M9

Par dérogation au premier alinéa, les États membres peuvent autoriser, à la demande d'un FEO, la mise sur le marché de moteurs qui respectent les valeurs limites d'émission de la phase III A, à condition que ces moteurs soient destinés à être installés sur des engins mobiles non routiers à utiliser en atmosphères explosibles au sens de l'article 2, point 5, de la directive 2014/34/UE du Parlement européen et du Conseil ([1]).

Les constructeurs fournissent à l'autorité compétente en matière de réception une preuve que les moteurs sont installés exclusivement sur des engins mobiles non routiers certifiés conformes à ces exigences. Une étiquette portant la mention «Moteur destiné exclusivement à un engin fabriqué par», suivie du nom du FEO et de la référence unique de la dérogation correspondante, est apposée sur tout moteur de ce type, à côté du marquage réglementaire du moteur visée à l'annexe I, section 3.

Par dérogation au premier alinéa, les États membres peuvent accorder la réception UE par type et autoriser la mise sur le marché de moteurs de catégorie RLL d'une puissance nette maximale supérieure à 2 000 kW qui ne respectent pas les limites d'émission fixées à l'annexe II, à installer dans des locomotives qui ne circulent que sur un réseau ferroviaire isolé du point de vue technique et présentant un écartement de voie de 1 520 mm. Ces moteurs respectent au moins les limites d'émission que les moteurs devaient respecter pour être mis sur le marché le 31 décembre 2011.

▼C1

4 *ter*. MENTION DU RESPECT ANTICIPÉ DES EXIGENCES DES PHASES III A, III B et IV

([1]) Directive 2014/34/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles (JO L 96 du 29.3.2014, p. 309).

▼C1

Pour les types ou familles de moteurs qui respectent les valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, points 4.1.2.4, 4.1.2.5 et 4.1.2.6, avant les échéances visées au paragraphe 4 du présent article, les États membres autorisent l'application d'une étiquette ou d'une marque spéciales signalant le respect anticipé des valeurs limites avant l'échéance.

▼M2

Article 9 bis

Calendrier — Moteurs à allumage commandé

1. RÉPARTITION EN CLASSES

Aux fins de la présente directive, les moteurs à allumage commandé sont répartis entre les classes suivantes.

Classe principale S: petits moteurs d'une puissance nette ≤ 19 kW

La classe principale S est divisée en deux catégories:

H: moteurs destinés aux engins portatifs

N: moteurs destinés aux engins non portatifs

Classe/catégorie	Cylindrée (en cm^3)
Moteurs portatifs Classe SH:1	< 20
Classe SH:2	≥ 20 < 50
Classe SH:3	≥ 50
Moteurs non portatifs Classe SN:1	< 66
Classe SN:2	≥ 66 < 100
Classe SN:3	≥ 100 < 225
Classe SN:4	≥ 225

2. DÉLIVRANCE DES RÉCEPTIONS PAR TYPE

Après le 11 août 2004, les États membres ne peuvent refuser de procéder à la réception par type d'un type ou d'une famille de moteurs à allumage commandé et de délivrer le document décrit à l'annexe VII, ni imposer d'autres exigences de réception par type en matière d'émissions polluantes aux engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé, si ce moteur satisfait aux exigences de la présente directive en matière d'émissions de gaz polluants.

3. RÉCEPTIONS PAR TYPE PENDANT LA PHASE I

Les États membres refusent de procéder à la réception par type d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs et de délivrer les documents décrits à l'annexe VII, et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé après le 11 août 2004, si le ou les moteurs en question ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et que leurs émissions de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.2.2.1.

▼M2

4. RÉCEPTIONS PAR TYPE PENDANT LA PHASE II

Les États membres refusent de procéder à la réception par type d'un type ou d'une famille de moteurs et de délivrer les documents décrits à l'annexe VII, et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé:

après le 1er août 2004 pour les moteurs des classes SN:1 et SN:2,

après le 1er août 2006 pour les moteurs de la classe SN:4,

après le 1er août 2007 pour les moteurs des classes SH:1, SH:2 et SN:3,

après le 1er août 2008 pour les moteurs de la classe SH:3,

si ces moteurs ne satisfont pas aux exigences de la présente directive et si leurs émissions de gaz polluants ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées dans le tableau figurant à l'annexe I, point 4.2.2.2.

5. MISE SUR LE MARCHÉ: DATES DE PRODUCTION DES MOTEURS

Six mois après les dates indiquées aux paragraphes 3 et 4 pour les catégories de moteurs concernées, à l'exception des engins et moteurs destinés à l'exportation vers des pays tiers, les États membres autorisent la mise sur le marché de moteurs, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins, seulement s'ils répondent aux exigences de la présente directive.

6. ÉTIQUETAGE EN CAS DE CONFORMITÉ ANTICIPÉE À LA PHASE II

Les États membres autorisent l'étiquetage et le marquage spécial des types ou des familles de moteurs qui satisfont aux valeurs limites figurant au tableau de l'annexe I, point 4.2.2.2 avant les délais énoncés au point 4 du présent article, pour signaler que l'équipement concerné répond par anticipation aux valeurs limites requises.

7. DÉROGATIONS

Les engins suivants sont exemptés des délais de mise en œuvre des plafonds d'émission de la phase II pendant une période de trois ans après l'entrée en vigueur de ces plafonds. Pendant ces trois années, les plafonds de la phase I restent d'application:

— tronçonneuse portative: équipement portatif conçu pour couper du bois au moyen d'une chaîne coupante, devant être tenu à deux mains et d'une cylindrée supérieure à 45 cm^3, conformément à la norme EN ISO 11681-1,

— machine équipée d'une poignée à son sommet (telle que perceuse et tronçonneuse portative destinée à l'entretien des arbres): équipement portatif, équipé d'une poignée à son sommet, conçu pour percer des trous ou couper du bois au moyen d'une chaîne coupante (conformément à la norme ISO 11681-2),

▼M2

— débroussailleuse portative à moteur à combustion interne: équipement portatif équipé d'une lame rotative en métal ou en plastique, destiné à couper des mauvaises herbes, des broussailles, de petits arbres et végétation similaire. Il doit être conçu conformément à la norme EN ISO 11806 pour fonctionner en positions multiples, par exemple horizontalement ou en position renversée, et être d'une cylindrée supérieure à 40 cm^3,

— taille-haie portatif: équipement portatif conçu pour tailler les haies et les buissons au moyen d'une ou de plusieurs lames coupantes animées d'un mouvement de va-et-vient, conformément à la norme EN 774,

— scies circulaires portatives à moteur à combustion interne: équipement portatif conçu pour couper des matériaux durs tels que pierre, asphalte, béton ou acier au moyen d'une lame métallique rotative, d'une cylindrée supérieure à 50 cm^3, conformément à la norme EN 1454,

— moteurs non portatifs de classe SN:3, à axe horizontal: uniquement des moteurs de classe SN:3 non portatifs ayant un axe horizontal et produisant une énergie égale ou inférieure à 2,5 kW, utilisés essentiellement à des fins industrielles déterminées, y compris des motoculteurs, des tondeuses à cylindres, des aérateurs à gazon et des générateurs.

▼M6

Sans préjudice du premier alinéa, une prorogation de la période de dérogation est accordée jusqu'au 31 juillet 2013, dans la catégorie des machines équipées d'une poignée à leur sommet, pour les taille-haies portatifs et les tronçonneuses portatives destinées à l'entretien des arbres disposant d'une poignée à leur sommet, à usage professionnel et fonctionnant en positions multiples, équipés de moteurs des classes SH:2 et SH:3.

▼M2

8. DÉLAI DE MISE EN ŒUVRE FACULTATIF

Cependant, pour chaque catégorie, les États membres peuvent reporter de deux ans les dates visées aux paragraphes 3, 4 et 5 à l'égard des moteurs dont la date de production est antérieure à ces dates.

▼B

Article 10

Dérogations et autres procédures

▼M3
▼C1

1. Les exigences prévues à l'article 8, paragraphes 1 et 2, à l'article 9, paragraphe 4, et à l'article 9 *bis*, paragraphe 5, ne sont pas applicables:

— aux moteurs destinés aux forces armées,

— aux moteurs exemptés conformément aux paragraphes 1 *bis* et 2,

— aux moteurs destinés à des machines essentiellement affectées au lancement et à la récupération de bateaux de sauvetage,

— aux moteurs utilisés dans les machines destinées essentiellement au lancement et à la récupération de bateaux lancés à partir du rivage.

▼C1

1 *bis*. Sans préjudice de l'article 7 *bis* et de l'article 9, paragraphes 3 *octies* et 3 *nonies*, les moteurs de remplacement, à l'exception des moteurs d'autorails, de locomotives et des bateaux de la navigation intérieure, doivent être conformes aux valeurs limites que devait respecter le moteur remplacé lors de sa mise sur le marché.

▼M7

_____

1 *ter*. Par dérogation à l'article 9, paragraphes 3 *octies*, 3 *decies* et 4 *bis*, les États membres peuvent autoriser la mise sur le marché des moteurs suivants pour les autorails et les locomotives:

a) les moteurs de remplacement conformes aux limites de la phase III A, lorsqu'ils sont destinés à remplacer des moteurs d'autorails et de locomotives qui:

   i) ne répondent pas à la norme de la phase III A, ou

   ii) répondent à la norme de la phase III A mais ne respectent pas la norme de la phase III B;

b) les moteurs de remplacement non conformes aux limites de la phase III A lorsqu'ils sont destinés à remplacer des moteurs d'autorails dépourvus de commande de conduite et de capacité de mouvement indépendant, pour autant que lesdits moteurs de remplacement répondent à une norme au moins égale à celle des moteurs installés sur les autorails existants de même type.

Les autorisations en vertu du présent paragraphe ne peuvent être accordées que dans les cas où l'autorité compétente en matière de réception de l'État membre concerné estime que l'utilisation d'un moteur de remplacement conforme aux exigences de la dernière phase d'émission applicable en date dans l'autorail ou la locomotive en question impliquera d'importantes difficultés techniques.

1 *quater*. Une étiquette portant la mention «MOTEUR DE REMPLACEMENT» ainsi que le numéro de dérogation unique correspondant est apposée sur les moteurs visés aux paragraphes 1 *bis* et 1 *ter*.

1 *quinquies*. La Commission évalue les incidences environnementales du paragraphe 1 *ter* ainsi que les éventuelles difficultés techniques liées au respect dudit paragraphe. À la lumière de cette évaluation, la Commission présente au Parlement européen et au Conseil, le 31 décembre 2016 au plus tard, un rapport d'évaluation de l'application du paragraphe 1 *ter* accompagné, le cas échéant, d'une proposition législative prévoyant une date d'expiration dudit paragraphe.

▼B

2. À la demande du constructeur, chaque État membre peut dispenser les stocks de moteurs de fin de série ou ceux d'engins mobiles non routiers en ce qui concerne leurs moteurs de l'application de la ou des date(s) limite(s) de mise sur le marché énoncée(s) à l'article 9 paragraphe 4 sous réserve que:

— le constructeur introduise une demande auprès des autorités compétentes en matière de réception de l'État membre qui a réceptionné le(s) type(s) ou la/les famille(s) de moteurs correspondants avant la/les date(s) limite(s),

▼B

— la demande du constructeur soit accompagnée de la liste, visée à l'article 6 paragraphe 3, des moteurs neufs qui ne sont pas mis sur le marché à la/aux date(s) limite(s); dans le cas de moteurs couverts pour la première fois par la présente directive, il doit introduire sa demande auprès de l'autorité compétente en matière de réception par type de l'État membre où les moteurs sont stockés,

— la demande précise les raisons techniques et/ou économiques sur lesquelles elle est fondée,

— les moteurs soient conformes à un type ou à une famille dont la réception par type n'est plus valable ou pour lequel ou laquelle la réception n'était pas nécessaire auparavant mais qui ont été produits dans le(s) délai(s) imparti(s),

— les moteurs aient été physiquement stockés sur le territoire de la Communauté avant la/les date(s) limite(s),

— le nombre des moteurs neufs d'un ou plusieurs types mis sur le marché dans chaque État membre en application de la présente dérogation ne dépasse pas 10 % des moteurs neufs de tous les types concernés qui ont été mis sur le marché dans l'État membre en question au cours de l'année précédente,

— si la demande est acceptée par l'État membre, celui-ci indique dans un délai d'un mois aux autorités des autres États membres compétentes en matière de réception la teneur et les raisons des dérogations accordées au constructeur,

— l'État membre qui accorde les dérogations en vertu du présent article soit responsable du respect par le constructeur de toutes les obligations correspondantes,

— l'autorité compétente en matière de réception délivre pour chaque moteur concerné un certificat de conformité sur lequel apparaît une mention spéciale. Le cas échéant, un document plus complet, contenant tous les numéros d'identification des moteurs en question, peut être employé,

— les États membres communiquent chaque année à la Commission une liste des dérogations accordées en en précisant les raisons.

Cette possibilité est limitée à une période de douze mois à compter de la date à laquelle les moteurs ont été soumis pour la première fois à la/aux date(s) limite(s) de mise sur le marché.

▼M2

3. Les exigences de l'article 9 *bis*, paragraphes 4 et 5, sont reportées de trois ans pour les constructeurs de moteurs en petites séries.

4. Les exigences de l'article 9 *bis*, paragraphes 4 et 5, sont remplacées par les exigences correspondantes de la phase I pour toute famille de moteurs produits en petites séries jusqu'à 25 000 unités au maximum à condition que les différentes familles de moteurs concernées correspondent chacune à une cylindrée différente.

▼M3
▼C1

5. Les moteurs peuvent être mis sur le marché dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité conformément aux dispositions de l'annexe XIII.

6. Le paragraphe 2 ne s'applique pas aux moteurs de propulsion destinés aux bateaux de la navigation intérieure.

▼M7

7. Les États membres autorisent la mise sur le marché de moteurs répondant aux définitions de l’annexe I, section 1, points a) i), a) ii) et a) v), dans le cadre du mécanisme de flexibilité conformément aux dispositions de l’annexe XIII.

▼M9

8. Les États membres peuvent décider de ne pas appliquer la présente directive aux moteurs installés sur des engins de récolte du coton.

▼B

Article 11

Mesures relatives à la conformité de la production

1. Un État membre qui procède à une réception par type s'emploie à vérifier, en ce qui concerne les exigences définies à l'annexe I section 5, le cas échéant en coopération avec les autorités des autres États membres compétentes en matière de réception, que les mesures nécessaires ont été prises pour garantir un contrôle effectif de la conformité de la production avant que la réception par type ne soit octroyée.

2. Un État membre qui a procédé à une réception s'emploie à vérifier, en ce qui concerne les exigences définies à l'annexe I section 5, le cas échéant en coopération avec les autorités des autres États membres compétentes en matière de réception, que les mesures visées au paragraphe 1 sont toujours adéquates et que chaque moteur produit qui porte un numéro de réception par type en vertu des dispositions de la présente directive demeure conforme à la description figurant sur le certificat de réception du type de moteur ou de la famille de moteurs réceptionné(e) et ses annexes.

Article 12

Non-conformité au type ou à la famille réceptionné(e)

1. Il y a non-conformité avec le type ou la famille réceptionné(e) dès lors que l'on constate, par rapport aux renseignements fournis dans le certificat de réception par type et/ou dans le dossier de réception, des divergences qui n'ont pas été autorisées, en vertu de l'article 5 paragraphe 3, par l'État membre ayant procédé à la réception par type.

2. Si un État membre ayant procédé à une réception par type constate que des moteurs accompagnés d'un certificat de conformité ou portant une marque de réception ne sont pas conformes au type ou à la famille qu'il a réceptionné(e), il prend les mesures nécessaires pour faire en sorte que les moteurs en cours de production redeviennent conformes au type ou à la famille réceptionné(e). Les autorités de l'État membre compétentes en matière de réception notifient à leurs homologues des autres États membres les mesures prises qui peuvent, le cas échéant, aller jusqu'au retrait de la réception par type.

3. Si un État membre établit que des moteurs portant un numéro de réception par type ne sont pas conformes au type ou à la famille réceptionné(e), il peut demander à l'État membre qui a procédé à la réception par type de vérifier que les moteurs en cours de production sont conformes au type ou à la famille réceptionné(e). Cette vérification doit être effectuée dans les six mois suivant la date de la demande.

4. Les autorités des États membres compétentes en matière de réception s'informent mutuellement, dans un délai d'un mois, du retrait d'une réception par type et des motifs justifiant cette mesure.

5. Si l'État membre qui a procédé à la réception par type conteste le défaut de conformité qui lui a été notifié, les États membres concernés s'efforcent de régler le différend. La Commission est tenue informée et, le cas échéant, procède aux consultations appropriées en vue d'aboutir à une solution.

▼B

Article 13

Exigences en matière de protection des travailleurs

Les dispositions de la présente directive s'entendent sans préjudice du droit qu'ont les États membres de fixer, dans le respect du traité, les exigences qu'ils jugent nécessaires pour assurer la protection des travailleurs qui utilisent les engins visés par la présente directive, étant entendu que cela ne doit pas avoir d'incidence sur la mise sur le marché des moteurs concernés.

▼M5

Article 14

La Commission adopte toutes les modifications nécessaires pour adapter au progrès technique les annexes, à l'exception des exigences énoncées à l'annexe I, point 1, points 2.1 à 2.8 et point 4.

Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 15, paragraphe 2.

Article 14 bis

La Commission examine les éventuelles difficultés techniques à respecter les exigences fixées pour la phase II pour certaines utilisations des moteurs, notamment les engins mobiles équipés de moteurs des classes SH:2 et SH:3. Si l'examen de la Commission montre que, pour des raisons techniques, certains engins mobiles, en particulier ceux équipés de moteurs portatifs à usage professionnel fonctionnant en positions multiples, ne peuvent respecter ces exigences de délais, elle soumet, pour le 31 décembre 2003, un rapport accompagné de propositions appropriées prévoyant, pour ces engins, une prorogation de la période visée à l'article 9 *bis*, paragraphe 7, et/ou d'autres régimes dérogatoires, d'une durée maximale de cinq ans, sauf dans des circonstances exceptionnelles. Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive en la complétant, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 15, paragraphe 2.

▼M2

Article 15

Comité

1. La Commission est assistée par le comité pour l'adaptation au progrès technique des directives visant l'élimination des entraves techniques aux échanges dans le secteur des véhicules à moteur (ci-après dénommé «comité»).

▼M5

2. Dans le cas où il est fait référence au présent paragraphe, l'article 5 *bis*, paragraphes 1 à 4, et l'article 7 de la décision 1999/468/CE s'appliquent, dans le respect des dispositions de l'article 8 de celle-ci.

———————

▼B

Article 16

Autorités compétentes en matière de réception et services techniques

Les États membres notifient à la Commission et aux autres États membres les noms et adresses des autorités compétentes en matière de réception et des services techniques responsables des questions relevant de la présente directive. Les services notifiés doivent satisfaire aux exigences énoncées à l'article 14 de la directive 92/53/CEE.

Article 17

Transposition en droit interne

1. Les États membres mettent en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la présente directive le 30 juin 1998 au plus tard. Ils en informent immédiatement la Commission.

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. Les modalités de cette référence sont arrêtées par les États membres.

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

Article 18

Entrée en vigueur

La présente directive entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel des Communautés européennes*.

Article 19

Réduction supplémentaire des valeurs limites d'émission

Le Parlement européen et le Conseil statuent, au plus tard à la fin de l'an 2000, sur une proposition que la Commission soumettra avant la fin de 1999 visant à une réduction supplémentaire des valeurs limites d'émission, en tenant compte de l'ensemble des techniques disponibles pour contrôler les émissions polluantes des moteurs à combustion interne ainsi que de la situation en matière de qualité de l'air.

Article 20

Destinataires

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

▼M2

Liste des annexes

ANNEXE I:	Champ d'application, définitions, symboles et abréviations, marquage des moteurs, prescriptions et essais, dispositions relatives au contrôle de la conformité de la production, paramètres définissant la famille de moteurs, choix du moteur représentatif
Appendice 1:	Prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de maîtrise des NO_x
Appendice 2:	Prescriptions relatives à la plage de contrôle pour les moteurs de la phase IV
ANNEXE II:	Fiche de renseignements
Appendice 1:	Caractéristiques essentielles du moteur (représentatif)
Appendice 2:	Caractéristiques essentielles de la famille de moteurs
Appendice 3:	Caractéristiques essentielles du type de moteur à l'intérieur de la famille
ANNEXE III:	Procédure d'essai pour les moteurs à allumage par compression

▼M3

▼C1

Appendice 1:	Méthodes de mesure et d'échantillonnage
Appendice 2:	Procédure d'étalonnage [NRSC, NRTC ([1])]

▼M2

Appendice 3:	►M3 ►C1 Évaluation et calculs de données ◄ ◄

▼M3

▼C1

Appendice 4:	Programmation du dynamomètre pour l'essai NRTC
Appendice 5:	Prescriptions en matière de durabilité

▼M2

Appendice 6:	Détermination des émissions de CO_2 pour les moteurs des phases I, II, III A, III B et IV
Appendice 7:	Autre façon de déterminer les émissions de CO_2
ANNEXE IV:	Procédure d'essai — moteurs à allumage commandé
Appendice 1:	Méthodes de mesure et d'échantillonnage
Appendice 2:	Étalonnage des instruments d'analyse
Appendice 3:	Évaluation et calculs de données
Appendice 4:	Facteurs de détérioration
ANNEXE V:	►M3 ►C1 Caractéristiques techniques du carburant de référence à utiliser pour les essais de réception et le contrôle de la conformité de la production ◄ ◄

▼M3

▼C1

ANNEXE VI:	Systèmes d'analyse et d'échantillonnage

▼M2

ANNEXE VII:	Certificat de réception par type
Appendice 1:	Rapport d'essai pour les moteurs à allumage par compression Résultats des essais
Appendice 2:	Résultats des essais pour les moteurs à allumage commandé
Appendice 3:	Équipements et auxiliaires à installer pour l'essai de détermination de la puissance du moteur

▼**M2**

ANNEXE VIII:	Système de numérotation des certificats de réception
ANNEXE IX:	Liste des réceptions par type de moteur/famille de moteurs délivrées
ANNEXE X:	Liste des moteurs produits
ANNEXE XI:	Fiche technique des moteurs réceptionnés
ANNEXE XII:	Reconnaissance d'autres modes de réception par type

▼**M3**

▼**C1**

ANNEXE XIII:	Dispositions applicables aux moteurs mis sur le marché dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité
ANNEXE XIV	
ANNEXE XV	

▼B

ANNEXE I

CHAMP D'APPLICATION, DÉFINITIONS, SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS, MARQUAGE DES MOTEURS, PRESCRIPTIONS ET ESSAIS, DISPOSITIONS RELATIVES AU CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION, PARAMÈTRES DÉFINISSANT LA FAMILLE DE MOTEURS, CHOIX DU MOTEUR REPRÉSENTATIF

1. CHAMP D'APPLICATION

▼M2

La présente directive s'applique à tous les moteurs destinés à être montés sur des engins mobiles non routiers et aux moteurs secondaires montés sur des véhicules destinés au transport routier de voyageurs ou de marchandises.

▼B

Elle ne s'applique pas aux moteurs servant à propulser:

— les véhicules visés par la directive 70/156/CEE du Conseil ([1]) et par la directive 92/61/CEE du Conseil ([2]),

— les tracteurs agricoles visés par la directive 74/150/CEE du Conseil ([3]).

En outre, pour être couverts par la présente directive, les moteurs doivent être montés sur des engins qui répondent aux exigences spécifiques suivantes:

▼M3
▼C1

a) être destinés ou propres à se déplacer ou être déplacés, sur route ou en dehors des routes:

i) avec un moteur à allumage par compression ayant une puissance nette telle qu'elle est définie au point 2.4, supérieure ou égale à 19 kW, mais n'excédant pas 560 kW, fonctionnant à vitesse intermittente plutôt qu'à une seule vitesse constante, ou

ii) avec un moteur à allumage par compression ayant une puissance nette telle qu'elle est définie à la section 2.4, supérieure ou égale à 19 kW, mais n'excédant pas 560 kW, et fonctionnant à vitesse constante. Ces limites ne sont applicables qu'au 31 décembre 2006, ou

iii) avec un moteur à essence, à allumage commandé, ayant une puissance nette telle qu'elle est prévue au point 2.4, n'excédant pas 19 kW, ou

iv) avec des moteurs conçus pour la propulsion d'auto-rails, c'est-à-dire de véhicules sur rail autopropulsés spécialement conçus pour transporter des marchandises et/ou des passagers, ou

([1]) JO L 42 du 23.2.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 93/81/CEE (JO L 264 du 23.10.1993, p. 49).
([2]) JO L 225 du 10.8.1992, p. 72.
([3]) JO L 84 du 28.3.1974, p. 10. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 88/297/CEE (JO L 126 du 20.5.1988, p. 52).

▼C1

v) avec des moteurs conçus pour la propulsion de locomotives, c'est-à-dire d'éléments autopropulsés d'équipement sur rail, conçus pour déplacer ou propulser des wagons conçus pour le transport de marchandises, de passagers et autres équipements, mais qui ne sont pas eux-mêmes conçus pour transporter des marchandises, des passagers (autres que les conducteurs de la locomotive) ou autres équipements, ni destinés à cette utilisation. Tout moteur auxiliaire et tout moteur destiné à alimenter les équipements de maintenance ou d'aménagement sur les rails ne sont pas couverts par le présent paragraphe, mais relèvent des dispositions du point A i).

▼M2

La présente directive ne s'applique pas:

▼M3
▼C1

b) aux bateaux, à l'exception des bateaux destinés à la navigation intérieure;

_____

▼M2

d) aux aéronefs;

e) aux véhicules de loisirs, par exemple:

— les motoneiges,

— les motos de cross,

— les véhicules tout terrain.

▼B

2. DÉFINITIONS, SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

Aux fins de la présente directive, on entend par:

2.1. *moteur à allumage par compression*, un moteur qui fonctionne selon le principe de l'allumage par compression (par exemple un moteur Diesel);

2.2. *gaz polluants*, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures (exprimés en équivalent C_1:$H_{1.85}$) et les oxydes d'azote, ces derniers étant exprimés en équivalent dioxyde d'azote (NO_2);

2.3. *particules polluantes*, toute substance recueillie sur une matière filtrante déterminée, après dilution, avec de l'air filtré propre, des gaz d'échappement du moteur à allumage par compression, de sorte que la température ne dépasse pas 325 K (52 °C);

2.4. *puissance nette*, la puissance en «kW CEE» recueillie au banc d'essai, en bout de vilebrequin ou de l'organe équivalent, mesurée conformément à la méthode de mesure de la Commission économique pour l'Europe de la puissance des moteurs à combustion interne utilisés sur les véhicules routiers selon la définition de la directive 80/1269/CEE ([1]) sauf qu'il n'est pas tenu compte de la puissance du ventilateur de refroidissement du moteur ([2]) et qu'il est satisfait aux prescriptions énoncées dans la présente directive en ce qui concerne les conditions d'essai et le carburant de référence;

([1]) JO L 375 du 31.12.1980, p. 46. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 89/491/CEE (JO L 238 du 15.8.1989, p. 43).

([2]) Cela signifie que, contrairement aux exigences définies à l'annexe I point 5.1.1.1 de la directive 80/1269/CEE, le ventilateur de refroidissement du moteur ne doit pas être installé pendant l'essai de contrôle de la puissance nette du moteur; dans le cas où le constructeur réaliserait l'essai avec le ventilateur installé sur le moteur, la puissance absorbée en propre par le ventilateur devra être ajoutée à la puissance ainsi mesurée, ►M2 sauf lorsque les ventilateurs des moteurs à refroidissement par air sont directement montés sur le vilebrequin (voir annexe VII, appendice 3) ◄.

▼B

2.5. *régime nominal*, le régime maximal à pleine charge permis par le régulateur et spécifié par le constructeur;

2.6. *taux de charge*, la proportion du couple maximale disponible utilisé à un régime donné du moteur;

2.7. *régime de couple maximal*, le régime du moteur auquel on obtient du moteur le couple maximal, tel qu'il est spécifié par le constructeur;

2.8. *régime intermédiaire*, le régime du moteur répondant à l'une des conditions suivantes:

— pour les moteurs conçus pour fonctionner dans une plage de régimes sur une courbe de couple à pleine charge, le régime intermédiaire doit être le régime de couple maximal déclaré, s'il est compris entre 60 % et 75 % du régime nominal,

— si le régime de couple maximal déclaré est inférieur à 60 % du régime nominal, le régime intermédiaire doit être égal à 60 % du régime nominal,

— si le régime de couple maximal déclaré est supérieur à 75 % du régime nominal, le régime intermédiaire doit être égal à 75 % du régime nominal,

▼M2

— pour les moteurs devant être soumis au cycle d'essais G1, le régime intermédiaire doit être égal à 85 % du régime nominal maximal (voir annexe IV, point 3.5.1.2);

▼M3
▼C1

2.8. *bis*. *volume égal ou supérieur à 100 m^3*, en ce qui concerne un bateau de la navigation intérieure, le volume de celui-ci calculé à l'aide de la formule L x B x T, où L est la longueur maximale de la coque, gouvernail et beaupré non compris, B est la largeur maximale de la coque en mètres, mesurée à l'extérieur du bordé (roues à aubes, bourrelets de défense, etc., non compris) et T est la distance verticale entre le point le plus bas de la coque hors membrures ou de la quille et le plan du plus grand enfoncement du bateau;

2.8. *ter*. *certificat de navigation ou de sécurité en cours de validité:*

a) un certificat qui atteste la conformité à la convention internationale de 1974 pour la sauvegarde la vie en mer (SOLAS), telle qu'elle a été modifiée, ou à une convention équivalente, ou

b) un certificat qui atteste la conformité à la convention internationale de 1966 sur les lignes de charge, telle qu'elle a été modifiée, ou à une convention équivalente, et un certificat IOPP qui atteste la conformité à la convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires (Marpol), telle qu'elle a été modifiée;

▼C1

2.8 *quater*. *dispositif d'invalidation* désigne un dispositif qui mesure, détecte ou réagit à des variables de fonctionnement afin d'activer, de moduler, de retarder ou de désactiver le fonctionnement d'une composante ou fonction quelconque du système de contrôle d'émissions, en sorte que l'efficacité du système de contrôle est réduite dans les conditions rencontrées pendant l'utilisation normale d'engins mobiles non routiers, à moins que l'utilisation de ce dispositif ne soit essentiellement incluse dans la procédure de certification du test d'émissions appliquée;

2.8 *quinquies*. *stratégie irrationnelle de contrôle* désigne toute stratégie ou mesure qui, dans les conditions normales d'utilisation d'un engin mobile non routier, réduit l'efficacité du système de contrôle d'émissions à un niveau inférieur à celui prévu pour les procédures de tests d'émissions applicables;

▼M2

2.9. *paramètre réglable*, tout dispositif, système ou élément de conception adaptable physiquement susceptible d'avoir une influence sur les émissions ou les performances du moteur au cours des essais relatifs aux émissions ou au cours du fonctionnement normal du moteur;

2.10. *post-traitement*, le passage des gaz d'échappement à travers un dispositif ou un système conçu pour les modifier chimiquement ou physiquement avant leur libération dans l'atmosphère;

2.11. *moteur à allumage commandé*, un moteur qui fonctionne selon le principe de l'allumage par étincelle;

2.12. *dispositif auxiliaire de limitation des émissions*, tout dispositif conçu pour capter les paramètres de fonctionnement du moteur en vue d'adapter le fonctionnement d'un élément quelconque du système de limitation des émissions;

2.13. *système de limitation des émissions*, tout dispositif, système ou élément de conception qui limite ou réduit les émissions;

2.14. *système d'alimentation en carburant*, l'ensemble des composants qui jouent un rôle dans le dosage et le mélange du carburant;

2.15. *moteur secondaire*, un moteur monté dans ou sur un véhicule à moteur mais n'assurant pas sa propulsion;

2.16. *durée du mode*, le temps écoulé entre la fin de l'application de la vitesse et/ou du couple du mode précédent ou la phase de préconditionnement et le début du mode suivant. Elle comprend le temps pris pour modifier la vitesse et/ou le couple et la période de stabilisation au début de chaque mode;

▼M3
▼C1

2.17. *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 NRSC) ou dans des conditions de fonctionnement transitoires (essai NRTC);

▼M3
▼C1

2.18. **Symboles et abréviations**

2.18.1. *Symboles des paramètres d'essai*

Symbole	Unité	Terme
A/F_{st}	—	Rapport air/carburant stœchiométrique
A_p	m^2	Aire de la section de la sonde de prélèvement isocinétique
A_T	m^2	Aire de la section du tuyau d'échappement
Aver		Valeurs moyennes pondérées pour:
	m^3/h	— le débit volumique
	kg/h	— le débit massique
C1	—	Hydrocarbure exprimé en équivalent-carbone 1
C_d	—	Coefficient de décharge du SSV
conc	ppm Vol %	Concentration (avec le suffixe de l'élément qui est à l'origine de la dénomination)
$conc_c$	ppm vol %	Concentration corrigée de la concentration de fond
$conc_d$	ppm vol %	Concentration du polluant mesurée dans l'air de dilution
$conc_e$	ppm vol %	Concentration du polluant mesurée dans le gaz d'échappement dilué
D	m	Diamètre
DF	—	Facteur de dilution
F_a	—	Facteur atmosphérique de laboratoire
G_{AIRD}	kg/h	Débit massique d'air d'admission (conditions sèches)
G_{AIRW}	kg/h	Débit massique d'air d'admission (conditions humides)
G_{DILW}	kg/h	Débit massique d'air de dilution (conditions humides)
G_{EDFW}	kg/h	Débit massique équivalent de gaz d'échappement (conditions humides)
G_{EXHW}	kg/h	Débit massique de gaz d'échappement (conditions humides)
G_{FUEL}	kg/h	Débit massique de carburant
G_{SE}	kg/h	Débit massique de l'échantillon de gaz d'échappement
G_T	cm^3/min	Débit du gaz marqueur
G_{TOTW}	kg/h	Débit massique de gaz d'échappement dilués (conditions humides)
H_a	g/kg	Humidité absolue de l'air d'admission
H_d	g/kg	Humidité absolue de l'air de dilution

▼C1

Symbole	Unité	Terme
H_{REF}	g/kg	Valeur de référence de l'humidité absolue (10,71 g/kg)
i	—	Indice désignant un des modes de l'essai (essai NRSC) ou une valeur instantanée (essai NRTC)
K_H	—	Facteur de correction de l'humidité pour les NO_x
K_p	—	Facteur de correction de l'humidité pour les particules
K_V	—	Fonction d'étalonnage du CFV
$K_{W,a}$	—	Facteur de correction pour l'air d'admission (passage des conditions sèches aux conditions humides)
$K_{W,d}$	—	Facteur de correction pour l'air de dilution (passage des conditions sèches aux conditions humides)
$K_{W,e}$	—	Facteur de correction pour les gaz d'échappement dilués (passage des conditions sèches aux conditions humides)
$K_{W,r}$	—	Facteur de correction pour les gaz d'échappement bruts (passage des conditions sèches aux conditions humides)
L	%	Pourcentage du couple maximal pour le régime du moteur à l'essai
M_d	mg	Masse des particules collectées dans l'air de dilution
M_{DIL}	kg	Masse de l'échantillon d'air de dilution traversant les filtres à particules
M_{EDFW}	kg	Masse de l'équivalent de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle
M_{EXHW}	kg	Masse totale de gaz d'échappement sur la durée du cycle
M_f	mg	Masse des particules collectées
$M_{f,p}$	mg	Masse des particules collectées sur le filtre primaire
$M_{f,b}$	mg	Masse des particules collectées sur le filtre secondaire
M_{gaz}	g	Masse totale de gaz polluant sur la durée du cycle
M_{PT}	g	Masse totale de particules sur la durée du cycle
M_{SAM}	kg	Masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules
M_{SE}	kg	Masse de l'échantillon de gaz d'échappement sur la durée du cycle
M_{SEC}	kg	Masse de l'air de dilution secondaire
M_{TOT}	kg	Masse totale de gaz d'échappement doublement dilués sur la durée du cycle

▼C1

Symbole	Unité	Terme
M_{TOTW}	kg	Masse totale de gaz d'échappement dilués traversant le tunnel de dilution sur la durée du cycle dans des conditions humides
$M_{TOTW,I}$	kg	Masse instantanée de gaz d'échappement dilués traversant le tunnel de dilution dans des conditions humides
mass	g/h	Indice désignant le débit massique des émissions
N_P	—	Nombre total de tours de la pompe volumétrique sur la durée du cycle
$n_{réf}$	Tr/min	Régime de référence du moteur pour l'essai NRTC
n_{sp}	s^{-2}	Dérivée du régime du moteur
P	kW	Puissance au frein, non corrigée
p_1	kPa	Dépression sous la pression atmosphérique à l'orifice d'aspiration de la pompe
P_A	kPa	Pression absolue
P_a	kPa	Tension de vapeur à saturation de l'air d'admission du moteur pression ambiante (ISO 3046: ps_y = essai PSY)
P_{AE}	kW	Puissance totale déclarée absorbée par les accessoires prévus pour l'essai qui ne sont pas requis par les dispositions de la section 2.4. de la présente annexe
P_B	kPa	Pression barométrique totale (ISO 3046: Px = site PX, pression totale ambiante Py = essai PY, pression totale ambiante)
P_d	kPa	Tension de vapeur à saturation de l'air de dilution
P_M	kW	Puissance maximale au régime d'essai dans les conditions d'essai (annexe VII, appendice 1)
P_m	kW	Puissance mesurée au banc d'essai
p_s	kPa	Pression atmosphérique (conditions sèches)
Q	—	Taux de dilution
Q_s	m^3/s	Débit volumique de l'échantillon à volume constant
r	—	Rapport entre la pression statique au col et à l'entrée de la sonde SSV
r		Rapport de l'aire de la section de la sonde isocinétique à celle du tuyau d'échappement
R_a	%	Humidité relative de l'air d'admission
R_d	%	Humidité relative de l'air de dilution
Re	—	Nombre de Reynolds
R_f	—	Facteur de réaction du FID
T	K	Température absolue

▼C1

Symbole	Unité	Terme
T	s	Temps de mesure
T_a	K	Température absolue de l'air d'admission
T_D	K	Température absolue au point de rosée
T_{ref}	K	Température de référence de l'air de combustion (298 K)
T_{sp}	Nm	Couple requis par le cycle transitoire
t_{10}	s	Temps entre le signal d'entrée progressif et 10 % du relevé final
t_{50}	s	Temps entre le signal d'entrée progressif et 50 % du relevé final
t_{90}	s	Temps entre le signal d'entrée progressif et 90 % du relevé final
Δt_i	s	Intervalle de temps pour le débit instantané du CFV
V_0	m^3/tr	Débit volumique de la pompe volumétrique dans des conditions réelles
W_{eff}	kWh	Travail du cycle effectif de l'essai NRTC
WF	—	Facteur de pondération
WF_E	—	Facteur de pondération effectif
X_0	m^3/tr	Fonction d'étalonnage du débit volumique de la pompe volumétrique
Θ_D	$kg \cdot m^2$	Inertie de rotation du dynamomètre à courant de Foucault
ß	—	Rapport entre le diamètre d du col du SSV et le diamètre intérieur du tuyau d'admission
λ	—	Rapport air/carburant relatif: rapport a/c effectif divisé par le rapport a/c stœchiométrique
ρ_{EXH}	kg/m^3	Densité des gaz d'échappement

2.18.2. *Symboles des composés chimiques*

CH_4	Méthane
C_3H_8	Propane
C_2H_6	Éthane
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
DOP	Di-octylphtalate
H_2O	Eau
HC	Hydrocarbures
NO_x	Oxydes d'azote
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
O_2	Oxygène
P	Particules
PTFE	Polytétrafluoroéthylène

▼C1

2.18.3. *Abréviations*

CFV	Venturi à écoulement critique
CLD	Détecteur à chimiluminescence
FID	Détecteur à ionisation de flamme
GN	Gaz naturel
HCLD	Détecteur à chimiluminescence chauffé
HFID	Détecteur à ionisation de flamme chauffé
NDIR	Analyseur non dispersif à absorption dans l'infrarouge
NRSC	Cycle en régimes stabilisés pour engins mobiles non routiers
NRTC	Cycle en régimes transitoires pour engins mobiles non routiers
PDP	Pompe à déplacement positif
SSV	Venturi subsonique

▼B

3. MARQUAGE DES MOTEURS

▼M2

3.1. Les moteurs à allumage par compression réceptionnés conformément à la présente directive doivent porter:

▼B

3.1.1. la marque ou le nom du constructeur du moteur;

3.1.2. le type et, le cas échéant, la famille de moteurs ainsi qu'un numéro d'identification individuel du moteur;

3.1.3. le numéro de réception CE tel que décrit à l'►M2 annexe VIII ◄;

▼M3
▼C1

3.1.4. les étiquettes visées à l'annexe XIII, si le moteur est mis sur le marché dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité.

▼M2

3.2. Les moteurs à allumage commandé réceptionnés conformément à la présente directive doivent porter:

3.2.1. la marque ou le nom du constructeur du moteur;

3.2.2. le numéro de réception CE tel que défini à l'annexe VIII;

▼M8

3.2.3. le numéro entre parenthèses de la phase d'émissions, en chiffres romains, qui doit être bien visible et situé à proximité du numéro de réception par type;

3.2.4. les lettres SV entre parenthèses, qui désignent un fabricant de moteurs à faible volume et qui doivent être bien visibles et situées à proximité du numéro de réception par type sur chaque moteur mis sur le marché au titre de la dérogation pour faible volume de production visée à l'article 10, paragraphe 4.

▼B

►M2 3.3. ◄ Les marquages doivent durer toute la vie utile du moteur et être clairement lisibles et indélébiles. En cas d'utilisation d'étiquettes ou de plaques, celles-ci doivent être apposées de telle manière que, en outre, leur fixation dure toute la vie utile du moteur et que les étiquettes ou les plaques ne puissent être ôtées sans être détruites ou déformées.

►M2 3.4. ◄ Les marquages doivent être apposés sur une pièce du moteur nécessaire au fonctionnement normal de celui-ci et ne devant normalement pas être remplacée au cours de la vie du moteur.

▼B

►M2 3.4.1. ◄ Ces marquages doivent être apposés de manière à être aisément visibles par toute personne moyenne après installation complète du moteur avec toutes les pièces auxiliaires nécessaires à son fonctionnement.

►M2 3.4.2. ◄ Chaque moteur doit être pourvu d'une plaque amovible supplémentaire en matériau résistant portant toutes les données indiquées au point 3.1, qui doit être apposée, le cas échéant, de façon à rendre les marquages visés au point 3.1 clairement visibles pour toute personne moyenne et faciles d'accès après installation du moteur sur l'engin.

►M2 3.5. ◄ La classification des moteurs suivant les numéros d'identification doit être de nature à permettre la détermination sans équivoque de la séquence de production.

►M2 3.6. ◄ Avant de quitter la chaîne de production, les moteurs doivent porter tous les marquages requis.

►M2 3.7. ◄ L'emplacement exact des marquages sur le moteur sera déclaré à l'►M2 annexe VII ◄ partie 1.

4. PRESCRIPTIONS ET ESSAIS

▼M2

4.1. **Moteurs à allumage par compression**

▼B

►M2 4.1.1. ◄ *Généralités*

Les éléments susceptibles d'influer sur l'émission des gaz et particules polluants doivent être conçus, construits et montés de telle façon que le moteur continue, en utilisation normale, de satisfaire aux prescriptions de la présente directive malgré les vibrations auxquelles il peut être soumis.

Les mesures techniques effectuées par le constructeur doivent être de nature à assurer que les émissions citées sont effectivement limitées, en vertu de la présente directive, tout au long de la vie normale du moteur et dans les conditions normales de fonctionnement. Ces prescriptions sont réputées respectées s'il est satisfait aux dispositions des points ►M2 4.1.2.1 ◄, ►M2 4.1.2.3 ◄ et 5.3.2.1.

En cas d'utilisation d'un convertisseur catalytique et/ou d'un filtre à particules, le constructeur doit prouver, par des tests de durabilité auxquels il peut procéder lui-même conformément aux bonnes pratiques d'ingénierie, ainsi que par des archives correspondantes, que les appareils de post-traitement en question sont susceptibles de fonctionner correctement pendant toute la durée de vie du moteur. Les données d'archives doivent être produites conformément aux dispositions du point 5.2 et en particulier du point 5.2.3. Une garantie correspondante doit être donnée au client. Le remplacement systématique de l'appareil après une période donnée de fonctionnement du moteur est autorisé. Tout ajustement, réparation, démontage, nettoyage ou remplacement de composantes ou de systèmes faisant partie du moteur, qui est réalisé périodiquement pour prévenir un dysfonctionnement du moteur lié aux appareils de post-traitement, ne sera effectué que s'il est technologiquement nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du système de limitation desémissions. De même, les prescriptions relatives au calendrier d'entretien doivent être reprises dans le manuel d'utilisation et couvertes par les dispositions de garantie précitées, et doivent être approuvées avant l'octroi de la réception. L'extrait correspondant du manuel relatif à l'entretien ou au remplacement des appareils de traitement et aux conditions de garantie doit être inclus dans la fiche de renseignements figurant à l'annexe II.

▼M3
▼C1

Tous les moteurs rejetant des gaz d'échappement mélangés à de l'eau sont équipés d'un raccord dans le système d'échappement du moteur, situé en aval du moteur et avant le point où l'échappement entre en contact avec l'eau (ou avec tout autre fluide de refroidissement ou de détersion), pour recevoir provisoirement le système d'échantillonnage des émissions de gaz ou de particules. Il importe que ce raccord soit situé de façon à permettre un mélange représentatif pour l'échantillonnage de l'échappement. Ce raccord est fileté à l'intérieur à l'aide de filetage standard pour tuyaux d'une largeur maximale de 1,3 cm. Lorsqu'il n'est pas en service, il est fermé par un bouchon (des raccords équivalents sont autorisés).

▼B

►M2 4.1.2. ◄ *Prescriptions concernant les émissions de polluants*

Les émissions de gaz et de particules polluants provenant du moteur soumis aux essais doivent être mesurées par les méthodes décrites à l'►M2 annexe VI ◄.

D'autres systèmes ou analyseurs peuvent être agréés s'ils donnent des résultats équivalents à ceux qui sont obtenus avec les systèmes de référence suivants:

— pour les émissions de gaz d'échappement bruts, le système illustré par la figure 2 de l'►M2 annexe VI ◄,

— pour les émissions de gaz d'échappement dilués d'un système de dilution en circuit principal, le système illustré par la figure 3 de l'►M2 annexe VI ◄,

— pour les émissions de particules, le système de dilution en circuit principal, équipé soit d'un filtre distinct pour chaque mode, soit d'un filtre unique, illustré par la figure 13 de l'►M2 annexe VI ◄.

L'établissement de l'équivalence des systèmes doit être fondé sur une étude de corrélation comprenant un cycle de sept essais (ou plus) et portant sur le système à l'examen et un ou plusieurs des systèmes de référence visés ci-dessus.

Il y a équivalence lorsque les moyennes des valeurs pondérées des émissions libérées pendant le cycle d'essais se situent dans une marge de concordance de ± 5 %. Le cycle à utiliser est celui du point 3.6.1 de l'annexe III.

Pour pouvoir inclure un nouveau système dans la directive, l'équivalence sera celle définie d'après le calcul de la répétabilité et de la reproductibilité défini dans la norme ISO 5725.

►M2 4.1.2.1. ◄ Les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote, ainsi que les émissions de particules, ne doivent pas, pour la phase I, dépasser les quantités indiquées dans le tableau ci-dessous:

Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Masse d'hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Masse d'oxydes d'azote (NO_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
$130 \leq P \leq 560$	5,0	1,3	9,2	0,54
$75 \leq P < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$37 \leq P < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85

▼B

►M2 4.1.2.2. ◄ Les valeurs d'émission indiquées au point ►M2 4.1.2.1 ◄ sont des limites «sortie moteurs»; elles sont déterminées en amont de tout dispositif de post-traitement des gaz d'échappement.

►M2 4.1.2.3. ◄ Les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote, ainsi que les émissions de particules, ne doivent pas, pour la phase II, dépasser les quantités indiquées dans le tableau ci-dessous:

Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Masse d'hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Masse d'oxydes d'azote (NO_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
130 ≤ P ≤ 560	3,5	1,0	6,0	0,2
75 ≤ P < 130	5,0	1,0	6,0	0,3
37 ≤ P < 75	5,0	1,3	7,0	0,4
18 ≤ P < 37	5,5	1,5	8,0	0,8

▼M3
▼C1

4.1.2.4. Les émissions de monoxyde de carbone, la somme des émissions d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote ainsi que les émissions de particules ne doivent pas, pour la phase III A, dépasser les quantités indiquées dans le tableau ci-dessous.

Moteurs utilisés pour des applications autres que la propulsion des bateaux de la navigation intérieure, des locomotives et des autorails

Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote (HC + NO_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	5,0	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW	5,5	7,5	0,6

Moteurs destinés à la propulsion des bateaux de la navigation intérieure

Catégorie: cylindrée/puissance nette (SV/P) (litres par cylindre/kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote (HC + NO_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
V1:1 SV < 0,9 et P ≥ 37 kW	5,0	7,5	0,40
V1:2 0,9 ≤ SV <1,2	5,0	7,2	0,30
V1:3 1,2 ≤ SV <2,5	5,0	7,2	0,20
V1:4 2,5 ≤ SV < 5	5,0	7,2	0,20
V2:1 5 ≤ SV < 15	5,0	7,8	0,27

▼C1

Catégorie: cylindrée/puissance nette (SV/P) (litres par cylindre/kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
V2:2 15 ≤ SV < 20 et P <3 300 kW	5,0	8,7	0,50
V2:3 15 ≤ SV < 20 et P ≥ 3 300 kW	5,0	9,8	0,50
V2:4 20 ≤ SV < 25	5,0	9,8	0,50
V2:5 25 ≤ SV < 30	5,0	11,0	0,50

Moteurs destinés à la propulsion des locomotives

Catégorie: Puissance nette (P) (kW)	Monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote ($HC + NO_x$) (g/kWh)		Particules (PT) (g/kWh)
RL A: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	4,0		0,2
	Monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (NOx) (g/kWh)	Particules (PT) (g/kWh)
RH A: P > 560 kW	3,5	0,5	6,0	0,2
RH A Moteurs à P >2 000 kW et SV> 5 l/cylindre	3,5	0,4	7,4	0,2

Moteurs de traction des autorails

Catégorie: Puissance nette (P) (kW)	Monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Particules (PT) (g/kWh)
RC A: 130 kW < P	3,5	4,0	0,20

4.1.2.5. Les émissions de monoxyde de carbone, les émissions d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote (ou leur somme, le cas échéant) et les émissions de particules ne doivent pas, pour la phase III B, dépasser les quantités indiquées dans le tableau ci-dessous.

Moteurs destinés à des utilisations autres que la traction de locomotives, d'autorails et de bateaux de la navigation intérieure

Catégorie: Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (No_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
L: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	2,0	0,02

▼C1

Catégorie: Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (No_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
M: 75 kW ≤ P < 130 kW	5,0	0,19	3,3	0,02
N: 56 kW ≤ P < 75 kW	5,0	0,19	3,3	0,02
		Somme des hydrocarbures et oxydes d'azotes ($HC + NO_x$) (g/kWh)		
N: 37 kW ≤ P < 56 kW	5,0	4,7		0,025

Moteurs destinés à la propulsion des autorails

Catégorie: puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (NO_x) (g/kWh	Masse de particules (PT) (g/kWh)
RC B: 130 kW < P	3,5	0,19	2,0	0,025

Moteurs destinés à la propulsion des locomotives

Catégorie: puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote ($HC + NO_x$) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
R B: 130 kW < P	3,5	4,0	0,025

4.1.2.6. Les émissions de monoxyde de carbone, les émissions d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote (ou leur somme, le cas échéant) et les émissions de particules ne doivent pas, pour la phase IV, dépasser les quantités indiquées dans le tableau ci-dessous.

Moteurs destinés à des applications autres que la propulsion des locomotives, des autorails et des bateaux de la navigation intérieure

Catégorie: Puissance nette (P) (kW)	Masse de monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (NO_x) (g/kWh)	Masse de particules (PT) (g/kWh)
Q: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	3,5	0,19	0,4	0,025
R: 56 kW ≤ P ≤ 130 kW	5,0	0,19	0,4	0,025

4.1.2.7. Les valeurs limites indiquées aux points 4.1.2.4, 4.1.2.5 et 4.1.2.6 tiennent compte de la détérioration calculée conformément à l'annexe III, appendice 5.

▼C1

Dans le cas des valeurs limites visées aux points 4.1.2.5 et 4.1.2.6, 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 ne peut être inférieure à trente secondes ne doivent pas dépasser de plus de 100 % les valeurs limites figurant dans les tableaux ci-dessus. ►M5 La Commission définit la plage de contrôle à laquelle s'applique le pourcentage à ne pas dépasser et les conditions de fonctionnement du moteur exclues. Ces mesures, qui visent à modifier des éléments non essentiels de la présente directive, sont arrêtées en conformité avec la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 15, paragraphe 2. ◄

▼B

►M3 ►C1 4.1.2.8. ◄ ◄ Lorsqu'une famille de moteurs, telle que définie à la section 6 en liaison avec l'annexe II appendice 2, couvre plus d'une bande de puissance, les valeurs applicables aux émissions du moteur représentatif (réception par type) et de tous les types de moteurs faisant partie de la même famille (COP) doivent satisfaire aux exigences les plus sévères de la bande de puissance la plus élevée. Le demandeur peut choisir librement de restreindre la définition des familles de moteurs à des bandes de puissance uniques et de demander la certification conformément à ce choix.

▼M2

4.2. **Moteurs à allumage commandé**

4.2.1. *Généralités*

Les éléments susceptibles d'influer sur l'émission des gaz polluants doivent être conçus, construits et montés de telle façon que le moteur satisfasse, en utilisation normale, aux prescriptions de la présente directive malgré les vibrations auxquelles il peut être soumis.

Les mesures techniques effectuées par le constructeur doivent être de nature à faire en sorte que les émissions citées soient effectivement limitées, en vertu de la présente directive, tout au long de la vie normale du moteur et dans des conditions normales de fonctionnement, conformément à l'annexe IV, appendice 4.

4.2.2. *Prescriptions concernant les émissions de polluants*

Les émissions de gaz polluants provenant du moteur soumis aux essais doivent être mesurées par les méthodes décrites à l'annexe VI (en tenant compte de tout dispositif de post-traitement éventuel).

D'autres systèmes ou analyseurs peuvent être agréés s'ils donnent des résultats équivalents à ceux qui sont obtenus avec les systèmes de référence suivants:

— pour les émissions de gaz d'échappement bruts, le système illustré par la figure 2 de l'annexe VI,

▼M2

— pour les émissions de gaz d'échappement dilués d'un système de dilution en circuit principal, le système illustré par la figure 3 de l'annexe VI.

4.2.2.1. Les émissions de monoxyde de carbone, les émissions d'hydrocarbures, les émissions d'oxydes d'azote, ainsi que la somme des émissions d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote, ne doivent pas, pour la phase I, dépasser les quantités indiquées dans le tableau figurant ci-dessous:

Phase I

Classe	Monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Hydrocarbures (HC) (g/kWh)	Oxydes d'azote (NO_x) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote (g/kWh)
				$HC + NO_x$
SH:1	805	295	5,36	
SH:2	805	241	5,36	
SH:3	603	161	5,36	
SN:1	519			50
SN:2	519			40
SN:3	519			16,1
SN:4	519			13,4

4.2.2.2. Les émissions de monoxyde de carbone et la somme des émissions d'hydrocarbures et d'oxyde d'azote ne doivent pas, pour la phase II, dépasser les quantités indiquées dans le tableau figurant ci-dessous:

Phase II (*)

Classe	Monoxyde de carbone (CO) (g/kWh)	Somme des hydrocarbures et des oxydes d'azote (g/kWh)
		$HC + NO_x$
SH:1	805	50
SH:2	805	50
SH:3	603	72
SN:1	610	50,0
SN:2	610	40,0
SN:3	610	16,1
SN:4	610	12,1

(*) Annexe 4, appendice 4: facteurs de détérioration inclus.

Pour toutes les classes de moteurs, les émissions de NO_x ne doivent pas dépasser 10 g/kWh.

4.2.2.3. Indépendamment de la définition du «moteur portatif» figurant à l'article 2 de la présente directive, les moteurs à deux temps qui équipent des souffleuses à neige doivent respecter uniquement les normes SH:1, SH:2 ou SH:3.

▼B

4.3. **Installation sur les engins mobiles**

L'installation du moteur sur l'engin mobile devra être conforme aux restrictions définies dans le champ d'application de la réception par type. En outre, elle devra être conforme aux caractéristiques suivantes en ce qui concerne la réception du moteur:

4.3.1. la dépression à l'admission ne doit pas dépasser celle spécifiée pour le moteur réceptionné respectivement décrit à l'annexe II appendices 1 ou 3;

4.3.2. la contre-pression dans le système d'échappement ne doit pas dépasser celle spécifiée pour le moteur réceptionné respectivement décrit à l'annexe II appendices 1 ou 3.

5. DISPOSITIONS RELATIVES AU CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ DE PRODUCTION

5.1. Pour vérifier l'existence de dispositions et de procédures aptes à assurer un contrôle efficace de la conformité de la production avant que la réception ne soit accordée, l'autorité compétente en matière de réception doit également accepter l'adhésion du constructeur à la norme harmonisée EN 29002 (dont la portée couvre les moteurs concernés) ou à une norme d'agrément équivalente satisfaisant aux prescriptions fixées. Le constructeur est tenu de fournir des informations détaillées relatives à cette adhésion et de s'engager à informer l'autorité compétente en matière de réception de toute révision de la validité ou de la portée de celle-ci. Pour vérifier que les conditions stipulées au point 4.2 cotinuent d'être respectées, on procédera à des contrôles appropriés de la production.

5.2. Le titulaire de la réception doit notamment:

5.2.1. veiller à l'existence de procédures de contrôle efficaces de la qualité des produits;

5.2.2. avoir accès à l'équipement nécessaire au contrôle de la conformité à chaque type réceptionné;

5.2.3. veiller à ce que les données concernant les résultats d'essai soient enregistrées et à ce que les documents annexés soient disponibles pendant une période à déterminer avec l'autorité compétente;

5.2.4. analyser les résultats de chaque type d'essai afin de contrôler et d'assurer la constance des caractéristiques du moteur, compte tenu des variations possibles dans le processus de fabrication industrielle;

5.2.5. s'assurer que tout échantillonnage de moteurs ou de composants révélant une non-conformité au type d'essai considéré soit suivi d'un nouvel échantillonnage et d'un nouvel essai. Toutes les dispositions nécessaires doivent être prises pour rétablir la conformité de la production correspondante.

5.3. Les autorités compétentes qui ont délivré la réception peuvent vérifier à tout moment les méthodes de contrôle de la conformité applicables à chaque unité de production.

▼B

5.3.1. Lors de chaque inspection, les registres d'essai et de suivi de la production doivent être remis à l'inspecteur.

5.3.2. Lorsque le niveau de qualité paraît insuffisant ou qu'il semble nécessaire de vérifier la validité des données présentées conformément au point 4.2, la procédure suivante s'applique:

5.3.2.1. Un moteur est choisi dans la série et soumis à l'essai décrit à l'annexe III. Les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote ainsi obtenues, de même que les émissions de particules ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau du point 4.2.1, sous réserve des prescriptions du point 4.2.2 ou de celles reprises dans le tableau du point 4.2.3 respectivement.

5.3.2.2. Si le moteur choisi dans la série n'est pas conforme aux prescriptions du point 5.3.2.1, le constructeur peut demander que des mesures soient effectuées sur un échantillon de plusieurs moteurs possédant les mêmes caractéristiques, prélevés dans la série et comprenant le moteurchoisi initialement. Le constructeur fixe la dimension n de l'échantillon en accord avec le service technique. Les moteurs autres que le premier moteur choisi sont soumis à un essai. On calcule ensuite pour chaque polluant la moyenne arithmétique ($\overline{x}$) des résultats obtenus avec l'échantillon. La production de la série est jugée conforme si la condition suivante est satisfaite:

$$\overline{x} + k \cdot S_t \leq L\ (^1)$$

où:

L: est la valeur limite fixée aux points 4.2.1 ou 4.2.3 pour chaque polluant considéré;

k: est un facteur statistique dépendant de n et donné par le tableau suivant:

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	0,973	0,613	0,489	0,421	0,376	0,342	0,317	0,296	0,279

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19
k	0,265	0,253	0,242	0,233	0,224	0,216	0,210	0,203	0,198

$$\text{si } n \geq 20, k = \frac{0,860}{\sqrt{n}}$$

5.3.3. L'autorité compétente en matière de réception ou le service technique chargé du contrôle de la conformité de la production effectuera des essais sur des moteurs partiellement ou complètement rodés, selon les indications du constructeur.

5.3.4. La fréquence normale des inspections approuvées par l'autorité compétente sera annuelle. Si les prescriptions du point 5.3.2 ne sont pas satisfaites, l'autorité compétente doit veiller à ce que toutes les mesures nécessaires soient prises pour rétablir la conformité de la production aussi rapidement que possible.

(1) $S_t^2 = \sum \frac{(x-\overline{x})^2}{n-1}$ où x est l'un des résultats obtenus avec l'échantillon n.

▼B

6. PARAMÈTRES DÉFINISSANT LA FAMILLE DE MOTEURS

La famille de moteurs peut se définir par des paramètres de construction de base qui doivent être communs à tous les moteurs appartenant à une même famille. Une interaction des paramètres est possible dans certains cas. Ces effets doivent également être pris en considération pour garantir que seuls des moteurs possédant des caractéristiques similaires quant aux émissions de gaz d'échappement sont compris dans une famille de moteurs.

Pour que des moteurs soient considérés comme appartenant à la même famille de moteurs, ils doivent posséder en commun les paramètres de base repris dans la liste suivante:

6.1. Cycle de combustion:

— deux temps

— quatre temps

6.2. Agent de refroidissement:

— air

— eau

— huile

▼M2

6.3. Cylindrée, comprise entre 85 % et 100 % de la plus grosse cylindrée au sein de la famille de moteurs

6.4. Méthode d'aspiration de l'air

6.5. Type de carburant

— diesel

— essence

6.6. Type de chambre de combustion

6.7. Configuration, dimensions et nombre des soupapes et des lumières

6.8. Circuit d'alimentation:

pour le diesel:

— injecteur à pompe

— pompe en ligne

— pompe à distributeur

— élément unique

— injecteur d'unité

pour l'essence:

— carburateur

— injection indirecte

— injection directe

6.9. Divers

— recirculation des gaz d'échappement

— injection/émulsion d'eau

▼M2

— injection d'air

— système de refroidissement de charge

— type d'allumage (par compression, commandé)

6.10. Post-traitement des gaz d'échappement

— catalyseur d'oxydation

— catalyseur de réduction

— catalyseur à trois voies

— réacteur thermique

— filtre à particules

▼B

7. CHOIX DU MOTEUR REPRÉSENTATIF

7.1. Le moteur représentatif de la famille doit être choisi en utilisant comme premier critère la plus forte alimentation par temps moteur au régime de couple maximal déclaré. Dans le cas où l'on ne pourrait pas départager deux moteurs ou plus par cette méthode, le moteur représentatif doit être choisi en prenant comme critère secondaire la plus forte alimentation par temps moteur au régime nominal. Dans certains cas, l'autorité compétente en matière de réception peut estimer que la mise à l'essai d'un deuxième moteur est le meilleur moyen de trouver l'unité au niveau d'émission le plus élevé. Ainsi, l'autorité en question peut choisir un moteur supplémentaire pour effectuer des essais en se fondant sur les caractéristiques qui indiquent qu'il pourrait être, de tous les moteurs de la famille, celui dont le niveau des émissions de gaz d'échappement est le plus élevé.

7.2. Si les moteurs d'une famille possèdent d'autres caractéristiques variables qui pourraient être considérées comme ayant une incidence sur les émissions de gaz d'échappement, ces caractéristiques devront également être définies et prises en considération lors du choix du moteur représentatif.

▼M6

8. PRESCRIPTIONS RELATIVES À LA RÉCEPTION PAR TYPE POUR LES PHASES III B ET IV

8.1. Le présent point s'applique à la réception par type des moteurs à gestion électronique utilisant une commande électronique pour déterminer à la fois le débit et le calage de l'injection du carburant (ci-après dénommé «moteur»). Il s'applique indépendamment de la technologie utilisée dans ces moteurs pour respecter les valeurs limites d'émission visées aux points 4.1.2.5 et 4.1.2.6 de la présente annexe.

8.2. **Définitions**

Aux fins du présent point, on entend par:

8.2.1. «*stratégie de limitation des émissions*», la combinaison d'un système de limitation des émissions avec une stratégie de base de limitation des émissions et un ensemble de stratégies auxiliaires de limitation des émissions, intégrée dans la conception globale d'un moteur ou d'un engin mobile non routier dans lequel le moteur est installé;

8.2.2. «*réactif*», un agent consommable ou non récupérable requis et utilisé pour assurer le bon fonctionnement du système de post-traitement des gaz d'échappement.

▼M6

8.3. **Prescriptions générales**

8.3.1. *Prescriptions concernant la stratégie de base de limitation des émissions*

8.3.1.1. La stratégie de base de limitation des émissions, activée sur toute la plage de fonctionnement du régime et du couple du moteur, est conçue de manière à garantir la conformité du moteur aux dispositions de la présente directive.

8.3.1.2. Est interdite toute stratégie de base de limitation des émissions capable de distinguer entre un fonctionnement selon un essai normalisé de réception par type et d'autres conditions de fonctionnement et de réduire, par la suite, le niveau de limitation des émissions lorsque le moteur ne fonctionne pas dans des conditions fondamentalement incluses dans la procédure de réception par type.

8.3.2. *Prescriptions concernant la stratégie auxiliaire de limitation des émissions*

8.3.2.1. Une stratégie auxiliaire de limitation des émissions peut être utilisée pour un moteur ou un engin mobile non routier, à condition que celle-ci, lorsqu'elle est activée, modifie la stratégie de base de limitation des émissions en réponse à un ensemble spécifique de conditions ambiantes et/ou de fonctionnement, mais ne réduise pas de façon permanente l'efficacité du système de limitation des émissions.

a) Lorsque la stratégie auxiliaire de limitation des émissions est activée pendant l'essai de réception par type, les points 8.3.2.2 et 8.3.2.3 ne s'appliquent pas;

b) lorsque la stratégie auxiliaire de limitation des émissions n'est pas activée pendant l'essai de réception par type, il doit être démontré que celle-ci n'est active que pendant la période nécessaire aux fins indiquées au point 8.3.2.3.

▼M8

8.3.2.2. Les conditions de contrôle applicables aux phases III B et IV sont les suivantes:

a) conditions de contrôle pour les moteurs de la phase III B:

i) à une altitude n'excédant pas 1 000 mètres (ou pression atmosphérique équivalente de 90 kPa);

ii) à une température ambiante comprise entre 275 et 303 K (2 et 30 °C);

iii) à des températures du liquide de refroidissement du moteur supérieures à 343 K (70 °C).

Si la stratégie auxiliaire de maîtrise des émissions est activée lorsque le moteur fonctionne dans les conditions de contrôle visées aux points i), ii) et iii), celle-ci n'est activée que de manière exceptionnelle;

b) conditions de contrôle pour les moteurs de la phase IV:

i) à une pression atmosphérique supérieure ou égale à 82,5 kPa;

ii) à une température ambiante comprise dans la plage suivante:

— égale ou supérieure à 266 K (– 7 °C),

▼M8

— inférieure ou égale à la température déterminée par l'équation suivante à la pression atmosphérique spécifiée: $T_c = -0,4514 \cdot (101,3 - p_b) + 311$, où: T_c est la température de l'air ambiant calculée, en K, et P_b est la pression atmosphérique, en kPa;

iii) à des températures du liquide de refroidissement du moteur supérieures à 343 K (70 °C).

Si la stratégie auxiliaire de maîtrise des émissions est activée alors que le moteur fonctionne dans les conditions de contrôle visées aux points i), ii) et iii), celle-ci n'est activée qu'en cas de nécessité démontrée pour les besoins identifiés au point 8.3.2.3 et approuvés par l'autorité responsable de la réception par type;

c) fonctionnement à basse température

Par dérogation aux prescriptions du point b), une stratégie auxiliaire de maîtrise des émissions peut être utilisée sur un moteur de la phase IV équipé d'un dispositif EGR de recirculation des gaz d'échappement lorsque la température ambiante est inférieure à 275 K (2 °C) et si l'un des deux critères suivants est satisfait:

i) la température de la tubulure d'admission est inférieure ou égale à la température définie par l'équation suivante: $IMT_c = P_{IM}/15,75 + 304,4$, où: IMT_c est la température calculée de la tubulure d'admission, K et P_{IM} est la pression absolue de la tubulure d'admission en kPa;

ii) la température du liquide de refroidissement du moteur est inférieure ou égale à la température définie par l'équation suivante: $ECT_c = P_{IM}/14,004 + 325,8$, où: ECT_c est la température calculée du liquide de refroidissement du moteur, K et P_{IM} est la pression absolue de la tubulure d'admission, kPa.

▼M6

8.3.2.3. Une stratégie auxiliaire de limitation des émissions peut être activée notamment aux fins suivantes:

a) par des signaux embarqués, pour protéger de tout dommage le moteur (y compris le dispositif de contrôle d'admission d'air) et/ou l'engin mobile non routier dans lequel le moteur est installé;

▼M8

b) pour assurer la sécurité de fonctionnement;

▼M6

c) pour prévenir des émissions excessives lors d'un démarrage à froid, d'une mise en température ou d'un arrêt;

d) si elle est utilisée en vue de compenser la limitation d'un polluant réglementé dans des conditions ambiantes ou de fonctionnement spécifiques, pour maintenir tous les autres polluants réglementés à l'intérieur de valeurs limites d'émission appropriées pour le moteur concerné. L'objectif est de compenser des phénomènes survenant naturellement d'une manière qui permette une limitation acceptable de l'ensemble des constituants des émissions.

8.3.2.4. Le constructeur démontre au service technique au moment de l'essai de réception par type que le fonctionnement de toute stratégie auxiliaire de limitation des émissions est conforme aux dispositions du point 8.3.2. La démonstration consiste en une évaluation des documents visés au point 8.3.3.

▼**M6**

8.3.2.5. Tout fonctionnement d'une stratégie auxiliaire de limitation des émissions non conforme au point 8.3.2 est interdit.

8.3.3. *Prescriptions en matière de documentation*

8.3.3.1. Avec la demande de réception par type, le constructeur fournit, au moment de sa présentation au service technique, un dossier constructeur qui garantit l'accès à tout élément de conception, à toute stratégie de limitation des émissions et aux moyens par lesquels la stratégie auxiliaire contrôle directement ou indirectement les variables de sortie. Le dossier constructeur est présenté en deux parties:

a) le dossier de réception, joint à la demande de réception par type, contient une vue d'ensemble complète de la stratégie de limitation des émissions. Il convient d'apporter la preuve que toutes les valeurs de sortie autorisées par une matrice obtenue à partir des plages de commande des valeurs d'entrée des unités individuelles ont été identifiées. Ces preuves sont jointes au dossier constructeur conformément à l'annexe II;

b) les éléments supplémentaires, présentés au service technique mais non joints à la demande de réception par type, incluent tous les paramètres modifiés par toute stratégie auxiliaire de limitation des émissions et les conditions limites dans lesquelles cette stratégie opère et en particulier:

   i) une description de la logique de commande, des stratégies de réglage et des points de commutation dans tous les modes de fonctionnement pour le système d'alimentation en carburant et les autres systèmes essentiels permettant une limitation efficace des émissions [système de recyclage des gaz d'échappement (EGR) ou de dosage du réactif, par exemple],

   ii) une justification de l'utilisation de toute stratégie auxiliaire de limitation des émissions appliquée au moteur, accompagnée des éléments et données d'essai, démontrant l'effet sur les émissions d'échappement. Cette justification peut reposer sur des données d'essai, une analyse technique sérieuse ou une combinaison des deux,

   iii) une description détaillée des algorithmes ou capteurs (le cas échéant) utilisés pour déceler, analyser ou diagnostiquer le fonctionnement incorrect du système de réduction des NO_x,

   iv) la tolérance appliquée pour satisfaire aux exigences du point 8.4.7.2, quels que soient les moyens utilisés.

8.3.3.2. Les éléments supplémentaires visés au point 8.3.3.1 b) sont traités comme strictement confidentiels. Ils sont communiqués sur demande à l'autorité compétente en matière de réception par type. Celle-ci traite ces éléments comme confidentiels.

8.4. **►M8 Prescriptions concernant les mesures de maîtrise des NO_x pour les moteurs de la phase III B ◄**

8.4.1. Le constructeur fournit des informations décrivant en détail les caractéristiques de fonctionnement du système de réduction des NO_x à l'aide des documents figurant à l'annexe II, appendice 1, point 2, et appendice 3, point 2.

8.4.2. Si le système de limitation des émissions nécessite l'emploi d'un réactif, les caractéristiques de ce réactif, notamment son type, les informations relatives à sa concentration lorsqu'il est en solution, ses températures de fonctionnement et la référence aux normes internationales indiquant sa composition et sa qualité doivent être précisées par le constructeur à l'annexe II, appendice 1, point 2.2.1.13, et appendice 3, point 2.2.1.13.

▼**M6**

8.4.3. La stratégie de limitation des émissions du moteur doit être opérationnelle dans toutes les conditions environnementales normalement rencontrées sur le territoire de la Communauté, en particulier à des basses températures ambiantes.

8.4.4. Le constructeur doit démontrer, en cas d'utilisation d'un réactif, que les émissions d'ammoniac n'excèdent pas une valeur moyenne de 25 ppm pendant le cycle d'essai applicable de la procédure de réception par type.

8.4.5. Si des réservoirs de réactif séparés sont installés ou connectés sur un engin mobile non routier, un dispositif permettant de prélever un échantillon du réactif dans les réservoirs doit être prévu. Le point de prélèvement doit être facilement accessible sans nécessiter l'utilisation d'un outil ou dispositif spécial.

8.4.6. *Prescriptions en matière d'utilisation et d'entretien*

8.4.6.1. Conformément à l'article 4, paragraphe 3, la réception par type est subordonnée à la fourniture à chaque opérateur d'un engin mobile non routier d'instructions écrites comportant les informations suivantes:

a) des avertissements détaillés expliquant les possibles défauts de fonctionnement dus à un fonctionnement, une utilisation ou un entretien incorrect du moteur installé, accompagnés des mesures correctives appropriées;

b) des avertissements détaillés concernant une utilisation incorrecte de l'engin susceptible d'entraîner des défauts de fonctionnement du moteur, accompagnés des mesures correctives appropriées;

c) des informations sur la bonne utilisation du réactif, accompagnées d'instructions relatives à la recharge du réactif entre les entretiens périodiques normaux;

d) un avertissement clair indiquant que le certificat de réception par type, délivré pour le type de moteur concerné, est valable uniquement lorsque toutes les conditions suivantes sont remplies:

i) le moteur fonctionne, est utilisé et est entretenu conformément aux instructions fournies,

ii) une action rapide a été prise pour remédier à un fonctionnement, une utilisation ou un entretien incorrect conformément aux mesures correctives indiquées dans les avertissements visés aux points a) et b),

iii) aucune utilisation abusive délibérée du moteur n'est intervenue, notamment la désactivation ou le non-entretien d'un système EGR ou d'un système de dosage du réactif.

Les instructions sont rédigées sous une forme claire et accessible aux non-spécialistes et utilisent les mêmes termes que ceux employés dans le manuel d'utilisation de l'engin mobile non routier ou du moteur.

▼M6

8.4.7. *Contrôle du réactif (le cas échéant)*

8.4.7.1. Conformément aux dispositions de l'article 4, paragraphe 3, la réception par type est subordonnée à la fourniture d'indicateurs ou d'autres moyens appropriés, en fonction de la configuration de l'engin mobile non routier, informant l'opérateur:

a) de la quantité de réactif restant dans le réservoir de stockage du réactif et, par un signal spécifique supplémentaire, du fait que le volume de réactif restant est inférieur à 10 % de la contenance totale du réservoir;

b) du fait que le réservoir de réactif est sur le point de se vider ou est presque vide;

c) du fait que le réactif dans le réservoir de stockage ne répond pas aux caractéristiques déclarées et enregistrées à l'annexe II, appendice 1, point 2.2.1.13, et appendice 3, point 2.2.1.13, en fonction des moyens d'évaluation installés;

d) du fait que le dosage du réactif est interrompu, dans des cas autres que ceux exécutés par le module électronique de gestion du moteur ou le dispositif de contrôle du dosage, en réponse aux conditions de fonctionnement du moteur lorsque le dosage n'est pas nécessaire, pour autant que ces conditions de fonctionnement soient communiquées à l'autorité compétente en matière de réception par type.

8.4.7.2. Au choix du constructeur, il est satisfait aux exigences en matière de conformité du réactif aux caractéristiques déclarées et à la tolérance d'émission de NO_x qui y est associée par l'un des moyens suivants:

a) un moyen direct, comme l'utilisation d'un capteur de qualité du réactif;

b) un moyen indirect, comme l'utilisation d'un détecteur de NO_x dans l'échappement afin d'évaluer l'efficacité du réactif;

c) tout autre moyen, à condition que son efficacité soit au moins égale à celle résultant de l'utilisation d'un moyen visé au point a) ou b) et que les exigences principales de la présente section soient respectées.

▼M8

8.5. **Prescriptions concernant les mesures de maîtrise des NO_x pour les moteurs de la phase IV**

8.5.1. Le constructeur fournit des informations décrivant en détail les caractéristiques de fonctionnement du système de maîtrise des NO_x en utilisant les documents indiqués à l'annexe II, appendice 1, section 2, et à l'annexe II, appendice 3, section 2.

8.5.2. La stratégie de maîtrise des émissions du moteur doit être opérationnelle dans toutes les conditions environnementales normalement rencontrées sur le territoire de l'Union, en particulier à des basses températures ambiantes. Cette prescription n'est pas limitée aux conditions dans lesquelles une stratégie de base de maîtrise des émissions doit être utilisée comme spécifié au point 8.3.2.2.

8.5.3. Lorsqu'un réactif est utilisé, le constructeur doit démontrer que l'émission d'ammoniac au cours du cycle NRSC ou NRTC à chaud de la procédure de réception par type ne dépasse pas une valeur de 10 ppm.

▼M8

8.5.4. Si des réservoirs de réactif sont montés ou connectés sur un engin mobile non routier, un dispositif permettant de prélever un échantillon du réactif dans les réservoirs doit être prévu. Le point de prélèvement doit être aisément accessible sans nécessiter l'utilisation d'un outil ou appareil spécial.

8.5.5. Conformément à l'article 4, paragraphe 3, la réception par type est subordonnée:

a) à la remise à chaque opérateur d'un engin mobile non routier d'instructions écrites concernant l'entretien;

b) à la remise aux fabricants d'équipements d'origine (FEO) de documents relatifs au montage du moteur, y compris le système de maîtrise des émissions qui fait partie du type de moteur réceptionné;

c) à la communication aux FEO d'instructions concernant le système d'avertissement de l'opérateur, le système d'incitation et (le cas échéant) la protection du réactif contre le gel;

d) à l'application des dispositions concernant la mise au courant de l'opérateur, les documents de montage, le système d'avertissement de l'opérateur, le système d'incitation et la protection du réactif contre le gel qui sont énoncées à l'appendice 1 de la présente annexe.

8.6. **Plage de contrôle pour la phase IV**

Conformément au point 4.1.2.7 de la présente annexe, pour les moteurs de la phase IV, les émissions recueillies dans la plage de contrôle définie à l'annexe I, appendice 2, ne doivent pas dépasser de plus de 100 % les valeurs limites des émissions du tableau 4.1.2.6 de la présente annexe.

8.6.1. *Prescriptions en matière de démonstration*

Le service technique sélectionne jusqu'à trois points de charge et de régime aléatoires dans la plage de contrôle afin de procéder à des essais. Le service technique détermine également un ordre de passage aléatoire des points d'essai. Les essais doivent être effectués selon les prescriptions principales du cycle NRSC, mais chaque point d'essai doit être évalué séparément. Chaque point d'essai doit satisfaire aux valeurs limites définies au point 8.6.

8.6.2. *Prescriptions en matière d'essai*

L'essai doit être effectué immédiatement après les cycles d'essai en mode discret décrits à l'annexe III.

Toutefois, lorsque le constructeur, conformément au point 1.2.1 de l'annexe III, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, l'essai se fait comme suit:

a) l'essai est effectué immédiatement après les cycles d'essai en mode discret comme décrit aux points a) à e) du paragraphe 7.8.1.2 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU mais avant les procédures post-essai [point f)] ou après le cycle à modes stationnaires raccordés (RMC) visé aux points a) à d) du paragraphe 7.8.2.2 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU mais avant les procédures post-essai [point e)], le cas échéant;

▼M8

b) les essais sont effectués comme prescrit aux points b) à e) du paragraphe 7.8.1.2 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, en utilisant la méthode avec filtres multiples (un filtre pour chaque point d'essai) pour chacun des trois points d'essai choisis;

c) une valeur d'émissions spécifique est calculée (en g/kWh) pour chaque point d'essai;

d) les valeurs d'émissions peuvent être calculées sur une base molaire, en utilisant l'appendice A.7, ou sur la base de la masse, en utilisant l'appendice A.8, mais elles doivent être compatibles avec la méthode utilisée pour l'essai en mode discret ou RMC;

e) pour les calculs de sommation gazeuse, le N_{mode} est fixé à 1 et un facteur de pondération de 1 est utilisé;

f) pour les calculs des particules, utiliser la méthode avec filtres multiples et pour les calculs de sommation, N_{mode} est fixé à 1 et un facteur de pondération de 1 est utilisé.

8.7. **Vérification des émissions de gaz de carter pour les moteurs de la phase IV**

8.7.1. Les émissions de gaz de carter ne doivent pas être libérées directement dans l'atmosphère ambiante, sous réserve de l'exception indiquée au point 8.7.3.

8.7.2. Les moteurs en fonctionnement peuvent libérer des émissions de gaz de carter dans l'échappement en amont de tout dispositif de post-traitement.

8.7.3. Les moteurs équipés de turbocompresseurs, de pompes, de souffleurs ou de compresseurs pour l'induction d'air peuvent libérer des émissions de gaz de carter dans l'atmosphère ambiante. Dans ce cas, les émissions du carter sont ajoutées aux émissions d'échappement (physiquement ou mathématiquement) lors de tous les essais d'émissions conformément au point 8.7.3.1 de la présente section.

8.7.3.1. Émissions de gaz de carter

Les émissions de gaz de carter ne peuvent être libérées directement dans l'atmosphère ambiante, sous réserve de l'exception suivante: les moteurs équipés de turbocompresseurs, pompes, souffleurs ou compresseurs pour l'induction d'air peuvent libérer des émissions de gaz de carter dans l'atmosphère ambiante si ces émissions sont ajoutées aux émissions d'échappement (physiquement ou mathématiquement) lors de tous les essais d'émissions. Les constructeurs qui ont recours à cette exception doivent concevoir les moteurs de telle sorte que toutes les émissions de gaz de carter puissent être réacheminées vers le dispositif de prélèvement des émissions. Au sens du présent paragraphe, les émissions de gaz de carter qui sont systématiquement réacheminées vers le dispositif d'échappement en amont du système de post-traitement des émissions ne sont pas considérées comme étant rejetées directement dans l'atmosphère ambiante.

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

a) les tuyaux doivent avoir une paroi lisse, être électriquement conducteurs et ne pas être réactifs au contact des gaz de carter; ils doivent être aussi courts que possible;

b) les tuyaux utilisés en laboratoire pour recueillir les émissions de gaz de carter doivent présenter le moins de coudes possible et lorsqu'un coude est inévitable, son rayon de courbure doit être aussi grand que possible;

▼**M8**

c) les tuyaux utilisés en laboratoire doivent répondre aux spécifications du constructeur du moteur en ce qui concerne la contre-pression du carter;

d) les tuyaux utilisés pour recueillir les émissions de gaz de carter doivent être raccordés au dispositif d'évacuation des gaz d'échappement bruts en aval de tout système de post-traitement, en aval de tout dispositif engendrant une contre-pression, et suffisamment en amont des sondes de prélèvement pour garantir un parfait mélange avec les gaz d'échappement du moteur avant le prélèvement. Le tuyau qui achemine les émissions de gaz de carter doit pénétrer jusque dans la veine libre de gaz d'échappement afin d'éviter les effets de couche limite et faciliter le brassage. L'orifice de sortie du tuyau acheminant les émissions de gaz de carter peut être orienté dans toute direction par rapport au flux des gaz d'échappement bruts.

9. SÉLECTION DE LA CATÉGORIE DE PUISSANCE DU MOTEUR

9.1. Afin d'établir la conformité des moteurs à régime variable définis par les points 1.A i) et 1.A iv) de la présente annexe avec les limites d'émissions mentionnées à la section 4 de la présente annexe, ceux-ci sont alloués à des plages de puissance sur la base de la valeur la plus élevée de la puissance nette mesurée conformément au paragraphe 2.4 de l'annexe I.

9.2. Pour les autres types de moteur, la puissante nette nominale est utilisée.

▼M8

Appendice 1

Prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de maîtrise des NO_x

1. **Introduction**

La présente annexe énonce les prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de maîtrise des NO_x. Elle inclut des prescriptions pour les moteurs qui ont recours à un réactif pour réduire les émissions.

1.1. *Définitions et abréviations*

«Système de diagnostic de la maîtrise des NO_x (NCD)» désigne un système monté sur le moteur qui a la capacité

a) de détecter un défaut de maîtrise des NO_x;

b) d'identifier la cause probable des défauts de maîtrise des NO_x au moyen d'informations stockées dans une mémoire d'ordinateur et/ou de communiquer ces informations vers l'extérieur.

«Défaut de maîtrise des NO_x (NCM)» désigne une manipulation visant à fausser le système de maîtrise des NO_x ou une défaillance affectant ce système, éventuellement due à une manipulation non autorisée, qui est considérée par la présente directive comme requérant l'activation d'un système d'avertissement ou d'incitation une fois détectée.

«Code de d'anomalie de diagnostic (DTC)» désigne un identifiant numérique ou alphanumérique d'un défaut de maîtrise des NO_x.

«DTC confirmé et actif» désigne un DTC qui est mémorisé tant que le système NCD considère qu'il existe une anomalie.

«Analyseur» désigne un équipement de contrôle externe utilisé pour la communication du système NCD vers l'extérieur.

«Famille de moteurs NCD» désigne le groupement, effectué par un constructeur, de systèmes de gestion du moteur partageant les mêmes méthodes de surveillance et de diagnostic des NCM.

2. **Prescriptions générales**

Le système de gestion du moteur doit être équipé d'un système de diagnostic de maîtrise des NO_x (NCD) capable d'identifier les défauts de maîtrise des NO_x (NCM) considérés par la présente annexe. Tout système de gestion du moteur couvert par la présente section est conçu, construit et monté de telle façon qu'il soit capable de satisfaire à ces prescriptions tout au long de la durée de vie utile du moteur dans des conditions d'utilisation normales. Pour la réalisation de cet objectif, il est acceptable que des moteurs ayant été utilisés au-delà de la période de vie utile spécifiée au point 3.1 de l'appendice 5 de l'annexe III de la présente directive présentent une certaine détérioration des performances et de la sensibilité du système de diagnostic de maîtrise des NO_x (NCD), de sorte que les seuils spécifiés dans la présente annexe puissent être dépassés avant que les systèmes d'avertissement et/ou d'incitation soient activés.

2.1. *Informations requises*

2.1.1. Si le système de maîtrise des émissions nécessite l'emploi d'un réactif, les caractéristiques de ce réactif, notamment son type, les informations relatives à sa concentration lorsqu'il est en solution, ses températures de fonctionnement et la référence aux normes internationales indiquant sa composition et sa qualité doivent être précisées par le constructeur à l'annexe II, au point 2.2.1.13 de l'appendice 1 et au point 2.2.1.13 de l'appendice 3.

▼**M8**

2.1.2. Des informations écrites détaillées décrivant entièrement les caractéristiques fonctionnelles du système d'avertissement de l'opérateur du paragraphe 4 et du système d'incitation de l'opérateur du paragraphe 5 doivent être fournies à l'autorité responsable au moment de la réception par type.

2.1.3. Le constructeur doit fournir des instructions de montage à l'usage des FEO qui assureront qu'une fois monté sur la machine, le moteur, y compris le système de maîtrise des émissions qui fait partie du type de moteur réceptionné, fonctionnera, en conjonction avec les pièces mécaniques nécessaires, d'une manière qui satisfait aux prescriptions de la présente annexe. Cette documentation doit inclure les prescriptions techniques détaillées et les particularités du système de gestion du moteur (logiciel, matériel et communication) nécessaires à un montage correct du système de gestion du moteur sur la machine.

2.2. *Conditions d'utilisation*

2.2.1. Le système de diagnostic de maîtrise des NO_x doit être opérationnel aux conditions suivantes:

a) à des températures ambiantes allant de 266 K à 308 K (– 7 °C à 35 °C);

b) à toutes les altitudes inférieures à 1 600 m;

c) à des températures du liquide de refroidissement du moteur supérieures à 343 K (70 °C).

La présente section ne s'applique pas dans le cas de la surveillance du niveau de réactif dans le réservoir de stockage, la surveillance étant alors effectuée dans toutes les conditions pour lesquelles la mesure est techniquement réalisable (par exemple, toutes les conditions pour lesquelles un réactif liquide n'est pas gelé).

2.3. *Protection du réactif contre le gel*

2.3.1. Il est permis d'utiliser un réservoir de réactif et un système de dosage chauffés ou non chauffés. Un système chauffé doit satisfaire aux prescriptions du point 2.3.2. Un système non chauffé doit satisfaire aux prescriptions du point 2.3.3.

2.3.1.1. L'utilisation d'un réservoir de réactif et d'un système de dosage non chauffés doit être mentionnée dans les instructions écrites destinées au propriétaire de la machine.

2.3.2. Réservoir de réactif et système de dosage

2.3.2.1. S'il a gelé, le réactif doit être disponible et prêt à être utilisé dans un délai maximal de 70 minutes après le démarrage du moteur à une température ambiante de 266 K (– 7 °C).

2.3.2.2. Critères de conception pour un système chauffé

Un système chauffé doit être conçu de telle façon qu'il satisfasse aux prescriptions de la présente section lorsqu'il est testé selon la procédure définie.

2.3.2.2.1. Le réservoir de réactif et le système de dosage sont immergés à 255 K (– 18 °C) pendant 72 heures ou jusqu'à ce que le réactif soit devenu solide, selon ce qui intervient en premier.

2.3.2.2.2. Après la période d'immersion visée au point 2.3.2.2.1, on fait démarrer le moteur (la machine) et on le (la) laisse tourner à une température ambiante de 266 K (– 7 °C) comme suit:

a) 10 à 20 minutes au ralenti;

b) suivies de maximum 50 minutes à maximum 40 % de la charge nominale.

▼**M8**

2.3.2.2.3. À l'issue de la procédure d'essai du point 2.3.2.2.2, le système de dosage du réactif doit être entièrement opérationnel.

2.3.2.3. L'évaluation des critères de conception peut se faire dans une cellule d'essai en chambre froide, en utilisant une machine entière ou des éléments représentatifs de ceux qui doivent être montés sur une machine, ou s'appuyer sur des essais effectués sur le terrain.

2.3.3. Activation du système d'avertissement et d'incitation de l'opérateur pour un système non chauffé

2.3.3.1. Le système d'avertissement de l'opérateur décrit au paragraphe 4 doit s'enclencher si aucun dosage de réactif ne se produit à une température ambiante ≤ 266 K (– 7 °C).

2.3.3.2. Le système d'incitation «sévère» décrit au point 5.4 doit s'enclencher si aucun dosage de réactif ne se produit dans un délai maximal de 70 minutes après le démarrage du moteur à une température ambiante ≤ 266 K (– 7 °C).

2.4. *Prescriptions concernant le diagnostic*

2.4.1. Le système de diagnostic de maîtrise des NO_x (NCD) doit pouvoir identifier les défauts de maîtrise des NO_x (NCM) considérés dans la présente annexe au moyen de codes d'anomalie de diagnostic (DTC) stockés dans la mémoire de l'ordinateur et communiquer sur demande ces informations vers l'extérieur.

2.4.2. Prescriptions relatives à l'enregistrement des codes d'anomalie de diagnostic (DTC)

2.4.2.1. Le système NCD enregistre un code DTC pour chaque défaillance distincte du système de maîtrise des NO_x (NCM).

2.4.2.2. Le système NCD doit conclure à la présence d'une défaillance détectable dans les 60 minutes qui suivent la mise en marche du moteur. À ce moment-là, un code DTC «confirmé et actif» doit être mis en mémoire et le système d'avertissement être activé conformément à la section 4.

2.4.2.3. Dans les cas où plus de 60 minutes de fonctionnement sont nécessaires pour que les dispositifs de surveillance détectent précisément et confirment un NCM (par exemple, s'ils utilisent des modèles statistiques ou se basent sur la consommation de carburant de la machine), l'autorité responsable de la réception peut autoriser une période d'observation plus longue pour autant que le constructeur en justifie la nécessité (explications techniques, résultats expérimentaux, propres expériences, etc.).

2.4.3. Prescriptions relatives à l'effacement des codes d'anomalie de diagnostic (DTC)

a) Les codes DTC ne sont pas effacés de la mémoire de l'ordinateur par le système NCD lui-même jusqu'à ce qu'il ait été remédié à l'anomalie.

b) Tous les codes DTC du système NCD peuvent être effacés sur commande au moyen d'un analyseur ou d'un outil de maintenance particulier fourni sur demande par le constructeur du moteur ou en utilisant un code secret communiqué par le constructeur du moteur.

2.4.4. Un système NCD ne doit pas être programmé ou autrement conçu pour se désactiver partiellement ou totalement en fonction de l'âge de la machine pendant la durée de service du moteur; le système ne doit pas non plus contenir d'algorithme ou de stratégie visant à réduire l'efficacité du système NCD avec le temps.

▼**M8**

2.4.5. Les codes informatiques ou paramètres de fonctionnement reprogrammables du système NCD doivent être à l'épreuve des manipulations frauduleuses.

2.4.6. Famille de moteurs NCD

Il appartient au constructeur de déterminer la composition d'une famille de systèmes NCD. Le regroupement de systèmes de gestion du moteur dans une même famille de moteurs NCD s'appuie sur de bonnes connaissances techniques et doit être soumis à l'approbation de l'autorité responsable de la réception.

Des moteurs n'appartenant pas à la même famille de moteurs peuvent parfaitement appartenir à la même famille de systèmes NCD.

2.4.6.1. Paramètres définissant une famille de systèmes NCD

Une famille de systèmes NCD se caractérise par un certain nombre de paramètres techniques de base communs à tous les systèmes de gestion du moteur de ladite famille.

Pour que les systèmes de gestion du moteur appartiennent à la même famille NCD, il faut que les paramètres de base suivants soient similaires:

a) systèmes de maîtrise des émissions;

b) méthodes de surveillance du système NCD;

c) critères de surveillance du système NCD;

d) paramètres de surveillance (par exemple, la fréquence).

Ces similitudes doivent être prouvées par le constructeur au moyen de démonstrations techniques ou d'autres procédures appropriées et doivent être soumises à l'approbation de l'autorité responsable de la réception.

Le constructeur peut demander l'approbation par l'autorité responsable de la réception de différences mineures dans les méthodes de surveillance/diagnostic du système NCD en raison d'une variation de la configuration du système de gestion du moteur, lorsque ces méthodes sont considérées comme similaires par le constructeur et qu'elles ne diffèrent que pour répondre à des caractéristiques spécifiques des composants examinés (par exemple: taille, débit d'échappement, etc.); ou que ces similitudes sont fondées sur une bonne appréciation technique.

3. **Prescriptions concernant l'entretien**

3.1. Le constructeur délivre ou fait délivrer à tous les propriétaires de nouveaux moteurs ou de nouvelles machines des instructions écrites concernant le système de maîtrise des émissions et son fonctionnement correct.

Ces instructions stipulent qu'en cas de fonctionnement incorrect du système de maîtrise des émissions, l'opérateur est informé d'un problème par le système d'avertissement de l'opérateur et que l'activation du système d'incitation de l'opérateur à la suite de la méconnaissance de ce premier avertissement aboutira à une neutralisation de la machine.

3.2. Les instructions contiennent des prescriptions relatives au bon fonctionnement et à l'entretien des moteurs afin de maintenir leurs performances en matière de maîtrise des émissions, y compris, le cas échéant, l'utilisation correcte de réactifs consommables.

▼M8

3.3. Les instructions sont rédigées dans un langage clair et accessible aux non-spécialistes et utilisent les mêmes termes que ceux employés dans le manuel d'utilisation de l'engin mobile non routier ou du moteur.

3.4. Les instructions spécifient si l'opérateur doit mettre à niveau les réactifs consommables entre les intervalles d'entretien normaux et comment il doit remplir le réservoir de réactif. Elles précisent la qualité de réactif à employer. Elles indiquent également le taux probable de consommation du réactif en fonction du type de moteur et la fréquence des appoints à faire.

3.5. Les instructions précisent qu'il est essentiel d'utiliser un réactif répondant aux spécifications, et d'en faire l'appoint si nécessaire, pour que le moteur satisfasse aux prescriptions pour l'obtention du certificat de réception par type pour ce type de moteur.

3.6. Les instructions expliquent le mode de fonctionnement du système d'avertissement et du système d'incitation de l'opérateur. Elles expliquent également les conséquences, en termes de performances et d'enregistrement des défaillances, du fait d'ignorer le système d'avertissement et de ne pas faire l'appoint de réactif ou de ne pas corriger le problème.

4. **Système d'avertissement de l'opérateur**

4.1. La machine comprend un système d'avertissement de l'opérateur utilisant des alarmes visuelles pour informer l'opérateur de la détection d'un niveau de réactif bas, d'une qualité de réactif incorrecte, de l'interruption du dosage ou d'une défaillance du type de celles spécifiées à la section 9, qui conduira à l'activation du système d'incitation de l'opérateur si le problème n'est pas résolu à temps. Le système d'avertissement reste actif lorsque le système d'incitation de l'opérateur décrit à la section 5 a été activé.

4.2. L'avertissement n'est pas le même que celui utilisé pour signaler les pannes ou autres interventions de maintenance à effectuer dans le cadre de l'entretien du moteur, bien que le même système d'avertissement puisse être utilisé.

4.3. Le système d'avertissement de l'opérateur peut consister en une ou plusieurs lampes, ou afficher des messages succincts, notamment des messages indiquant clairement:

— le temps restant avant l'activation des incitations «de bas niveau» et/ou «sévère»,

— l'effet de l'incitation «de bas niveau» ou «sévère», par exemple, l'importance de la réduction de couple,

— les conditions dans lesquelles la neutralisation de la machine peut être levée.

Si des messages sont affichés, le système utilisé pour afficher ces messages peut être le même que celui utilisé à d'autres fins d'entretien.

4.4. Au choix du constructeur, le système d'avertissement peut inclure une composante audible pour alerter l'opérateur. La suppression des avertissements audibles par l'opérateur est permise.

4.5. Le système d'avertissement de l'opérateur est activé comme spécifié aux points 2.3.3.1, 6.2, 7.2, 8.4 et 9.3 respectivement.

4.6. Le système d'avertissement de l'opérateur est désactivé lorsque les conditions de son activation ont cessé d'exister. Il n'est pas désactivé automatiquement sans qu'il soit remédié à la cause de son activation.

▼M8

4.7. Le système d'avertissement peut être temporairement désactivé par d'autres signaux d'avertissement donnant des messages importants liés à la sécurité.

4.8. Les procédures d'activation et de désactivation du système d'avertissement de l'opérateur sont décrites en détail à la section 11.

4.9. Dans la demande de réception par type au titre de la présente directive, le constructeur doit démontrer le fonctionnement du système d'avertissement de l'opérateur, comme spécifié à la section 11.

5. **Système d'incitation de l'opérateur**

5.1. La machine comprend un système d'incitation de l'opérateur basé sur l'un des principes suivants:

5.1.1. un système d'incitation à deux phases, commençant par une incitation «de bas niveau» (réduction des performances) suivie d'une incitation «sévère» (neutralisation de la machine);

5.1.2. un système d'incitation «sévère» en une phase (neutralisation de la machine) activé dans les conditions d'un système d'avertissement «de bas niveau» comme spécifié aux points 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 et 9.4.1.

5.2. Moyennant l'accord préalable de l'autorité responsable de la réception par type, le moteur peut être pourvu d'un moyen de désactiver l'incitation de l'opérateur en cas d'urgence déclarée par des pouvoirs publics nationaux ou régionaux, leurs services d'urgence ou leurs forces armées.

5.3. *Système d'incitation «de bas niveau»*

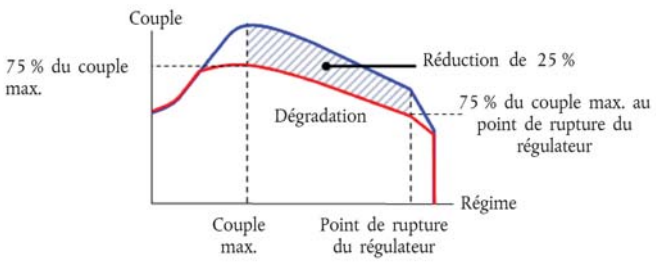
5.3.1. Le système d'incitation «de bas niveau» est activé après que l'une des conditions spécifiées aux points 6.3.1, 7.3.1, 8.4.1 et 9.4.1 s'est réalisée.

5.3.2. Le système d'incitation «de bas niveau» réduit progressivement le couple moteur maximal disponible sur la plage de régimes du moteur de 25 pour cent au moins entre le régime du couple maximal et le point de rupture du régulateur, comme indiqué sur la figure 1. Le degré de réduction du couple est d'au moins 1 % par minute.

5.3.3. D'autres mesures d'incitation dont il est démontré à l'autorité responsable de la réception par type qu'elles présentent un niveau de «sévérité» équivalent ou supérieur peuvent être utilisées.

Figure 1

Schéma de réduction du couple dans le système d'incitation «de bas niveau»



▼M8

5.4. *Système d'incitation «sévère»*

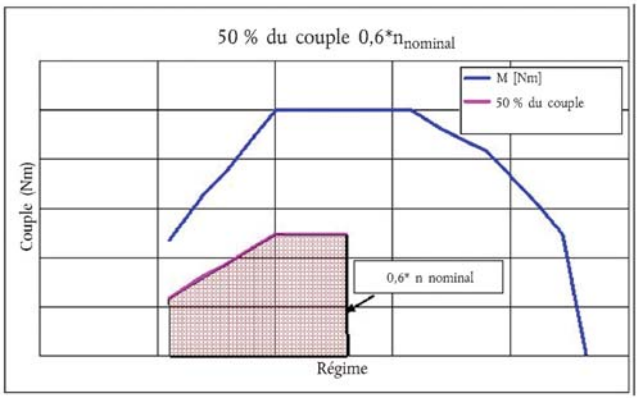
5.4.1. Le système d'incitation «sévère» est activé après que l'une des conditions spécifiées aux points 2.3.3.2, 6.3.2, 7.3.2, 8.4.2 et 9.4.2 s'est réalisée.

5.4.2. Le système d'incitation «sévère» réduit l'utilité de la machine à un niveau qui est suffisamment gênant pour inciter l'opérateur à remédier à tout problème évoqué aux sections 6 à 9. Les stratégies suivantes sont acceptables:

5.4.2.1. Le couple du moteur entre le régime du couple maximal et le point de rupture du régulateur est progressivement réduit, à partir du couple disponible correspondant à l'incitation «de bas niveau» de la figure 1, d'au moins 1 pour cent par minute jusqu'à atteindre 50 pour cent du couple maximal ou moins et le régime moteur est progressivement réduit à 60 pour cent du régime nominal ou moins dans le même temps que la réduction de couple, comme indiqué à la figure 2.

Figure 2

Schéma de réduction de couple dans le système d'incitation «sévère»



5.4.2.2. D'autres mesures d'incitation dont il est démontré à l'autorité responsable de la réception par type qu'elles présentent un niveau de «sévérité» équivalent ou supérieur peuvent être utilisées.

5.5. Afin de prendre en compte les aspects sécuritaires et de permettre des diagnostics d'autorectification, l'utilisation d'une fonction de contournement de l'incitation libérant la pleine puissance du moteur est permise pour autant:

— qu'elle ne soit pas active pendant plus de 30 minutes, et

— qu'elle soit limitée à trois activations par période au cours de laquelle le système d'incitation de l'opérateur est actif.

5.6. Le système d'incitation de l'opérateur est désactivé lorsque les conditions de son activation ont cessé d'exister. Il n'est pas désactivé automatiquement sans qu'il soit remédié à la cause de son activation.

5.7. Les procédures d'activation et de désactivation du système d'incitation de l'opérateur sont détaillées à la section 11.

5.8. Dans la demande de réception par type au titre de la présente directive, le constructeur doit démontrer le fonctionnement du système d'incitation de l'opérateur, comme spécifié à la section 11.

▼M8

6. **Disponibilité du réactif**

6.1. *Indicateur de niveau de réactif*

La machine doit inclure un indicateur qui informe clairement l'opérateur du niveau de réactif dans le réservoir de réactif. Le niveau de performances minimal acceptable pour l'indicateur de réactif est qu'il doit indiquer constamment le niveau de réactif tant que le système d'avertissement de l'opérateur visé à la section 4 est activé. L'indicateur de réactif peut se présenter sous la forme d'un affichage analogique ou numérique et peut indiquer le niveau en proportion de la capacité totale du réservoir, la quantité de réactif restante ou une estimation du nombre d'heures de fonctionnement restantes.

6.2. *Activation du système d'avertissement de l'opérateur*

6.2.1. Le système d'avertissement de l'opérateur spécifié à la section 4 est activé lorsque le niveau de réactif descend en dessous de 10 % de la capacité du réservoir de réactif ou d'un pourcentage plus élevé au choix du constructeur.

6.2.2. L'avertissement fourni doit être suffisamment clair, en conjonction avec l'indicateur de réactif, pour que l'opérateur comprenne que le niveau de réactif est bas. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, l'avertissement visuel affiche un message indiquant un bas niveau de réactif (par exemple, «niveau urée bas», «niveau AdBlue bas» ou «réactif bas»).

6.2.3. Le système d'avertissement de l'opérateur ne doit pas initialement être activé de façon permanente (par exemple, un message ne doit pas être affiché continuellement), mais le signal doit monter en intensité jusqu'à devenir permanent à mesure que le réactif s'épuise et se rapproche du point où le système d'incitation de l'opérateur entre en action (par exemple, fréquence à laquelle une lampe clignote). Le processus aboutit à une notification à l'opérateur à un niveau qui reste au choix du constructeur mais qui est suffisamment plus marquée au point où s'enclenche le système d'incitation de l'opérateur du point 6.3 qu'à celui où le signal s'est affiché pour la première fois.

6.2.4. L'avertissement continu ne doit pas pouvoir être aisément invalidé ou ignoré. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, un message explicite est affiché (par exemple: «remplir urée», «remplir AdBlue» ou «remplir réactif»). Le système d'avertissement continu peut être temporairement interrompu par d'autres signaux donnant des messages importants liés à la sécurité.

6.2.5. Il n'est pas possible d'éteindre le système d'avertissement de l'opérateur jusqu'à ce que l'appoint de réactif ait été fait à un niveau ne requérant pas son activation.

6.3. *Activation du système d'incitation de l'opérateur*

6.3.1. Le système d'incitation «de bas niveau» décrit au point 5.3 s'enclenche si le niveau de réactif dans le réservoir passe en dessous de 2,5 % de la capacité totale de celui-ci ou d'un pourcentage plus élevé au choix du constructeur.

6.3.2. Le système d'incitation «sévère» décrit au point 5.4 s'enclenche si le réservoir de réactif est vide (c'est-à-dire lorsque le système de dosage ne peut plus puiser de réactif dans le réservoir) ou à un niveau situé en dessous de 2,5 % de sa pleine capacité, à la discrétion du constructeur.

6.3.3. Sauf dans la mesure permise par le point 5.5, il ne doit pas être possible d'éteindre le système d'incitation «de bas niveau» ou le système d'incitation «sévère» jusqu'à ce que l'appoint de réactif ait été fait à un niveau ne requérant pas leur activation respective.

▼M8

7. **Contrôle de la qualité du réactif**

7.1. Le moteur ou la machine doit inclure un moyen de déterminer la présence d'un réactif incorrect sur la machine.

7.1.1. Le constructeur spécifie une concentration minimale acceptable de réactif CD_{min}, pour laquelle les émissions de NO_x au pot d'échappement n'excèdent pas un seuil de 0,9 g/kWh.

7.1.1.1. La valeur correcte de CD_{min} est démontrée lors de la réception par type par la procédure définie à la section 12 et enregistrée dans le dossier de documentation étendu comme spécifié à la section 8 de l'annexe I.

7.1.2. Toute concentration de réactif inférieure à CD_{min} doit être détectée et considérée, pour les besoins du point 7.1, comme réactif incorrect.

7.1.3. Un compteur spécifique («le compteur de qualité du réactif») est attribué à la qualité du réactif. Le compteur de qualité du réactif totalise le nombre d'heures de fonctionnement du moteur avec un réactif incorrect.

7.1.3.1. À titre facultatif, le constructeur peut grouper sur un même compteur le défaut de qualité du réactif avec un ou plusieurs des défauts énumérés aux sections 8 et 9.

7.1.4. Les critères et les mécanismes d'activation et de désactivation du compteur de qualité du réactif sont décrits en détail à la section 11.

7.2. *Activation du système d'avertissement de l'opérateur*

Lorsque le système de surveillance confirme que la qualité du réactif est incorrecte, le système d'avertissement de l'opérateur décrit à la section 4 s'enclenche. Lorsque le système d'avertissement comprend un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple «urée incorrecte détectée», «AdBlue incorrect détecté» ou «réactif incorrect détecté»).

7.3. *Activation du système d'incitation de l'opérateur*

7.3.1. Le système d'incitation «de bas niveau» décrit au point 5.3 s'enclenche si la qualité du réactif n'est pas rectifiée dans les 10 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 7.2.

7.3.2. Le système d'incitation «sévère» décrit au point 5.4 s'enclenche si la qualité du réactif n'est pas rectifiée dans les 20 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 7.2.

7.3.3. Le nombre d'heures avant l'enclenchement des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée de la défaillance, selon le mécanisme décrit à la section 11.

8. **Activité de dosage du réactif**

8.1. Le moteur doit inclure un moyen de déterminer l'interruption du dosage.

▼**M8**

8.2. *Compteur d'activité de dosage du réactif*

8.2.1. Un compteur spécifique est attribué à l'activité de dosage (le «compteur d'activité de dosage»). Le compteur doit comptabiliser le nombre d'heures de fonctionnement du moteur effectuées avec une interruption de l'activité de dosage du réactif. Cela n'est pas nécessaire lorsque l'interruption est demandée par l'ECU (module électronique de gestion du moteur) parce que les conditions de fonctionnement de la machine sont telles que ses performances en matière de maîtrise des émissions ne requièrent pas de dosage du réactif.

8.2.1.1. À titre facultatif, le constructeur peut grouper sur un même compteur le défaut de dosage du réactif avec un ou plusieurs des défauts énumérés aux sections 7 et 9.

8.2.2. Les critères et les mécanismes d'activation et de désactivation du compteur de dosage du réactif sont décrits en détail à la section 11.

8.3. *Activation du système d'avertissement de l'opérateur*

Le système d'avertissement de l'opérateur décrit à la section 4 s'enclenche dans le cas d'une interruption du dosage qui incrémente le compteur d'activité de dosage comme indiqué au point 8.2.1. Lorsque le système d'avertissement inclut un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple «défaillance dosage urée», «défaillance dosage AdBlue» ou «défaillance dosage réactif»).

8.4. *Activation du système d'incitation de l'opérateur*

8.4.1. Le système d'incitation «de bas niveau» décrit au point 5.3 s'enclenche si une interruption du dosage du réactif n'est pas rectifiée dans les 10 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 8.3.

8.4.2. Le système d'incitation «sévère» décrit au point 5.4 s'enclenche si une interruption du dosage du réactif n'est pas rectifiée dans les 20 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 8.3.

8.4.3. Le nombre d'heures avant l'enclenchement des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée de la défaillance, selon le mécanisme décrit à la section 11.

9. **Surveillance de défauts susceptibles d'être dus à des manipulations frauduleuses**

9.1. En plus du niveau de réactif dans le réservoir de réactif, de la qualité du réactif et de l'interruption du dosage, l'occurrence des anomalies suivantes doit faire l'objet d'une surveillance parce qu'elles peuvent être dues à des manipulations frauduleuses:

i) soupape EGR entravée;

ii) défauts du système NCD de diagnostic de maîtrise des NO_x, comme décrit au point 9.2.1.

9.2. *Prescriptions en matière de surveillance*

9.2.1. Le système NCD de diagnostic de maîtrise des émissions de NO_x doit faire l'objet d'une surveillance visant à détecter les pannes électriques et le retrait ou la désactivation d'un capteur, qui l'empêcheraient de diagnostiquer les autres défauts mentionnés aux sections 6 à 8 (surveillance des composants).

▼**M8**

Au nombre des capteurs qui affectent la capacité de diagnostic figurent ceux mesurant directement la concentration de NO_x, les capteurs de qualité de l'urée, les capteurs de conditions ambiantes et les capteurs utilisés pour contrôler l'activité de dosage du réactif, le niveau du réactif ou la consommation de réactif.

9.2.2. Compteur de soupape EGR

9.2.2.1. Un compteur spécifique est attribué à une soupape EGR entravée. Le compteur de soupape EGR comptabilise le nombre d'heures de fonctionnement du moteur alors que le DTC associé à une soupape EGR entravée est confirmé actif.

9.2.2.1.1. À titre facultatif, le constructeur peut grouper sur un même compteur le défaut de soupape EGR entravée avec un ou plusieurs des défauts énumérés aux sections 7 et 8 et au point 9.2.3.

9.2.2.2. Les critères et les mécanismes d'activation et de désactivation du compteur de soupape EGR sont décrits en détail à la section 11.

9.2.3. Compteur(s) du système NCD

9.2.3.1. Un compteur spécifique est attribué à chacun des défauts de surveillance considérés au point 9.1 ii). Les compteurs du système NCD comptabilisent le nombre d'heures de fonctionnement du moteur alors que le DTC associé à un défaut du système NCD est confirmé actif. Le regroupement de plusieurs défauts sur un même compteur est permis.

9.2.3.1.1. À titre facultatif, le constructeur peut grouper sur un même compteur le défaut du système NCD avec un ou plusieurs des défauts énumérés aux sections 7 et 8 et au point 9.2.2.

9.2.3.2. Les critères et les mécanismes d'activation et de désactivation du ou des compteur(s) du système NCD sont décrits en détail à la section 11.

9.3. *Activation du système d'avertissement de l'opérateur*

Le système d'avertissement de l'opérateur décrit au paragraphe 4 s'enclenche au cas où l'un des défauts spécifiés au paragraphe 9.1 survient et indique qu'une réparation urgente est requise. Lorsque le système d'avertissement comprend un système d'affichage de messages, celui-ci affiche un message indiquant la raison de l'avertissement (par exemple, «soupape dosage réactif déconnectée» ou «défaillance critique émissions»).

9.4. *Activation du système d'incitation de l'opérateur*

9.4.1. Le système d'incitation «de bas niveau» décrit au point 5.3 s'enclenche si un défaut spécifié au point 9.1 n'est pas rectifié dans les 36 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 9.3.

9.4.2. Le système d'incitation «sévère» décrit au paragraphe 5.4 s'enclenche si un défaut spécifié au paragraphe 9.1 n'est pas rectifié dans les 100 heures de fonctionnement du moteur suivant l'activation du système d'avertissement de l'opérateur décrite au point 9.3.

9.4.3. Le nombre d'heures avant l'enclenchement des systèmes d'incitation est réduit en cas d'occurrence répétée de la défaillance, selon le mécanisme décrit à la section 11.

9.5. Au lieu d'appliquer les prescriptions du point 9.2, le constructeur peut utiliser un capteur de NO_x situé dans les gaz d'échappement. Dans ce cas,

— la valeur NO_x ne doit pas dépasser un seuil de 0,9 g/kWh,

▼M8

— l'utilisation d'un défaut unique «NO_x élevé – cause inconnue» est permise,

— le point 9.4.1 s'entend «dans les 10 heures de fonctionnement»,

— le point 9.4.2 s'entend «dans les 20 heures de fonctionnement».

10. **Prescriptions en matière de démonstration**

10.1. *Généralités*

La conformité aux prescriptions de la présente annexe est démontrée lors de la réception par type en réalisant, comme illustré dans le tableau 1 et spécifié dans le présent appendice, les démonstrations suivantes:

a) une démonstration de l'activation du système d'avertissement;

b) une démonstration de l'activation du système d'incitation «de bas niveau», le cas échéant;

c) une démonstration de l'activation du système d'incitation «sévère».

Tableau 1

Illustration du contenu du processus de démonstration selon les dispositions des points 10.3 et 10.4 du présent appendice

Mécanisme	Éléments de démonstration
Activation du système d'avertissement spécifié au point 10.3 du présent appendice	— 2 essais d'activation (y compris manque de réactif) — Éléments de démonstration supplémentaires, au besoin
Activation du système d'incitation «de bas niveau» spécifié au point 10.4 du présent appendice	— 2 essais d'activation (y compris manque de réactif) — Éléments de démonstration supplémentaires, au besoin — 1 essai de réduction de couple
Activation du système d'incitation «sévère» spécifié au point 10.4.6 du présent appendice	— 2 essais d'activation (y compris manque de réactif) — Éléments de démonstration supplémentaires, au besoin

10.2. *Familles de moteurs et familles de moteurs NCD*

La conformité d'une famille de moteurs ou d'une famille de moteurs NCD aux prescriptions de la présente section 10 peut être démontrée en testant un des membres de la famille considérée, pour autant que le constructeur démontre à l'autorité responsable de la réception que les systèmes de surveillance nécessaires pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe sont similaires au sein de la famille.

10.2.1. La démonstration que les systèmes de surveillance pour les autres membres de la famille NCD sont similaires peut être faite en présentant aux autorités responsables de la réception des éléments tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles, etc.

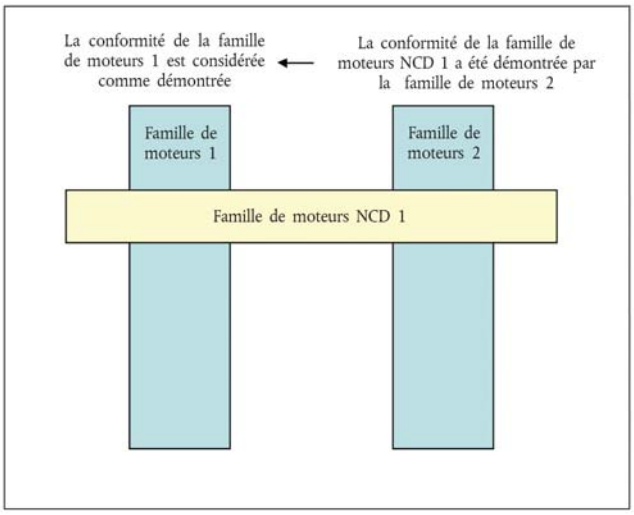
10.2.2. Le moteur testé est sélectionné par le constructeur en accord avec l'autorité responsable de la réception. Il peut être ou ne pas être le moteur parent de la famille considérée.

▼**M8**

10.2.3. Dans le cas où des moteurs d'une famille de moteurs appartiennent à une famille de moteurs NCD qui a déjà fait l'objet d'une réception par type conformément au point 10.2.1 (figure 3), la conformité de cette famille de moteurs est considérée comme étant démontrée, sans autres essais, pour autant que le constructeur démontre à l'autorité que les systèmes de surveillance nécessaires pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe sont similaires au sein des familles de moteurs et de moteurs NCD considérées.

Figure 3

Conformité précédemment démontrée d'une famille de moteurs NCD



10.3. *Démonstration de l'activation du système d'avertissement*

10.3.1. La conformité de l'activation du système d'avertissement est démontrée en effectuant deux essais: un manque de réactif et une catégorie de défauts examinée aux sections 7 à 9 de la présente annexe.

10.3.2. Sélection des défauts à tester

10.3.2.1. Afin de démontrer l'activation du système d'avertissement dans le cas d'une mauvaise qualité de réactif, on sélectionne un réactif dans lequel l'ingrédient actif est au moins aussi dilué que dans celui préconisé par le constructeur, selon les prescriptions de la section 7 de la présente annexe.

10.3.2.2. Pour démontrer l'activation du système d'avertissement dans le cas de défauts pouvant être attribués à des manipulations non conformes et définis à la section 9 de la présente annexe, la sélection s'effectue conformément aux prescriptions suivantes:

10.3.2.2.1. le constructeur fournit à l'autorité responsable de la réception une liste de ces défauts potentiels;

10.3.2.2.2. le défaut à examiner lors de l'essai est sélectionné par l'autorité responsable de la réception à partir de la liste visée au point 10.3.2.2.1.

▼**M8**

10.3.3. Démonstration

10.3.3.1. Pour les besoins de cette démonstration, un essai distinct est effectué pour chacun des défauts considérés au point 10.3.1.

10.3.3.2. Au cours d'un essai, aucun défaut autre que celui examiné par l'essai ne doit être présent.

10.3.3.3. Avant le début d'un essai, tous les codes DTC doivent avoir été effacés.

10.3.3.4. À la demande du constructeur, et avec l'accord de l'autorité responsable de la réception, les défauts faisant l'objet de l'essai peuvent être simulés.

10.3.3.5. Détection des défauts autres que le manque de réactif

Pour les défauts autres que le manque de réactif, une fois que le défaut est créé ou simulé, la détection de ce défaut doit s'effectuer comme suit:

10.3.3.5.1. le système NCD doit répondre à l'introduction d'un défaut sélectionné comme approprié par l'autorité responsable de la réception conformément aux dispositions du présent appendice. Ceci est considéré comme démontré si l'activation intervient lors de deux cycles d'essai NCD consécutifs conformément au point 10.3.3.7 du présent appendice.

Lorsqu'il a été spécifié dans la description de la surveillance et accepté par l'autorité responsable de la réception qu'un dispositif de surveillance spécifique a besoin de plus de deux cycles d'essai NCD pour effectuer sa surveillance, le nombre de cycles d'essai NCD peut être porté à 3.

Chaque cycle d'essai NCD individuel dans l'essai de démonstration peut être séparé par une coupure du moteur. Le délai jusqu'au prochain démarrage prend en considération toute surveillance qui pourrait intervenir après la coupure du moteur et toute condition nécessaire qui doit exister pour que la surveillance entre en action au prochain démarrage;

10.3.3.5.2. l'enclenchement du système d'avertissement est considéré comme démontré si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément au point 10.3.2.1, le système d'avertissement s'est enclenché correctement et le DTC du défaut sélectionné a acquis le statut «confirmé et actif».

10.3.3.6. Détection en cas de manque de réactif

Pour démontrer l'enclenchement du système d'avertissement en cas de manque de réactif, le système de gestion du moteur est soumis à un ou plusieurs cycles d'essai NCD à la discrétion du constructeur.

10.3.3.6.1. La démonstration commence avec un niveau de réactif dans le réservoir à convenir entre le constructeur et l'autorité responsable de la réception mais représentant au moins 10 pour cent de la capacité du réservoir.

10.3.3.6.2. Le système d'avertissement est censé avoir fonctionné de manière correcte si les conditions suivantes sont remplies simultanément:

a) le système d'avertissement a été activé avec une disponibilité de réactif supérieure ou égale à 10 pour cent de la capacité du réservoir de réactif;

b) le système d'avertissement «continu» a été activé avec une disponibilité de réactif supérieure ou égale à la valeur déclarée par le constructeur conformément aux dispositions de la section 6 de la présente annexe.

▼**M8**

10.3.3.7. Cycle d'essai NCD

10.3.3.7.1. Le cycle d'essai considéré dans la présente section 10 pour démontrer le fonctionnement correct du système NCD est le cycle NRTC à chaud.

10.3.3.7.2. À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité responsable de la réception, un autre cycle d'essai NCD peut être utilisé (par exemple, le cycle NRSC) pour un dispositif de surveillance spécifique. La demande est accompagnée d'éléments (considérations techniques, résultats de simulations ou d'essais, etc.) démontrant:

a) les résultats du cycle d'essai demandé dans un dispositif de surveillance qui sera utilisé dans des conditions de conduite réelle; et

b) que le cycle d'essai NCD applicable spécifié au point 10.3.3.7.1 est moins approprié pour la surveillance considérée.

10.3.4. L'enclenchement du système d'avertissement est considéré comme démontré si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément au point 10.3.3, le système d'avertissement s'est enclenché correctement.

10.4. *Démonstration de l'activation du système d'incitation*

10.4.1. La démonstration de l'activation du système d'incitation se fait au moyen d'essais effectués sur un banc d'essai moteur.

10.4.1.1. Tous les composants ou sous-systèmes qui ne sont pas physiquement montés sur le système de gestion du moteur tels que, notamment, les sondes de température ambiante, les sondes de niveau et les systèmes d'information et d'avertissement de l'opérateur, mais qui sont nécessaires pour effectuer les démonstrations doivent être connectés au système de gestion du moteur à cette fin, ou simulés, à la satisfaction de l'autorité responsable de la réception.

10.4.1.2. Au choix du constructeur, et pour autant que l'autorité responsable de la réception y consente, les essais de démonstration peuvent être effectués sur un engin complet, soit en montant l'engin sur un banc d'essai approprié, soit en le faisant fonctionner sur une piste d'essai dans des conditions contrôlées.

10.4.2. La séquence d'essais doit démontrer l'enclenchement du système d'incitation en cas de manque de réactif et en cas d'apparition de l'un des défauts définis aux sections 7, 8 ou 9 de la présente annexe.

10.4.3. Pour les besoins de cette démonstration,

a) l'autorité responsable de la réception sélectionne, en plus du manque de réactif, l'un des défauts définis aux sections 7, 8 ou 9 de la présente annexe qui a été précédemment utilisé dans la démonstration de l'activation du système d'avertissement;

b) avec l'accord de l'autorité responsable de la réception, le constructeur peut accélérer l'essai en simulant l'atteinte d'un certain nombre d'heures de fonctionnement;

c) la réalisation de la réduction de couple requise pour l'incitation «de bas niveau» peut être démontrée en même temps que le processus de réception des performances générales du moteur effectué conformément à la présente directive. La mesure séparée du couple durant la démonstration du système d'incitation n'est pas requise dans ce cas;

d) l'incitation «sévère» doit être démontrée conformément aux prescriptions du point 10.4.6 du présent appendice.

▼**M8**

10.4.4. Le constructeur démontre en outre le fonctionnement du système d'incitation dans les conditions de défaut définies aux sections 7, 8 ou 9 de la présente annexe qui n'ont pas été choisies pour être utilisées dans les essais de démonstration décrits aux points 10.4.1 à 10.4.3.

Ces démonstrations supplémentaires peuvent être faites par la présentation à l'autorité responsable de la réception d'un cas technique en utilisant des éléments de preuve tels que des algorithmes, des analyses fonctionnelles et les résultats d'essais antérieurs.

10.4.4.1. En particulier, ces démonstrations supplémentaires démontrent, à la satisfaction de l'autorité responsable de la réception, l'inclusion du mécanisme de réduction du couple correct dans le module ECU du moteur.

10.4.5. Essai de démonstration du système d'incitation «de bas niveau»

10.4.5.1. Cette démonstration commence lorsque le système d'avertissement ou, le cas échéant, le système d'avertissement «continu» a été activé à la suite de la détection d'un défaut sélectionné par l'autorité responsable de la réception.

10.4.5.2. Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction en cas de manque de réactif dans le réservoir, on laisse fonctionner le système de gestion du moteur jusqu'à ce que la disponibilité du réactif ait atteint une valeur de 2,5 pour cent de la capacité totale du réservoir ou la valeur, déclarée par le constructeur conformément au point 6.3.1 de la présente annexe, à laquelle le système d'incitation «de bas niveau» est censé s'enclencher.

10.4.5.2.1. Avec l'accord de l'autorité responsable de la réception, le constructeur peut simuler un fonctionnement continu en extrayant du réactif du réservoir, alors que le moteur tourne ou qu'il est arrêté.

10.4.5.3. Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction dans le cas d'un défaut autre qu'un manque de réactif dans le réservoir, on laisse fonctionner le système de gestion du moteur pendant le nombre pertinent d'heures de fonctionnement indiqué dans le tableau 3 du présent appendice ou, au choix du constructeur, jusqu'à ce que le compteur correspondant ait atteint la valeur à laquelle le système d'incitation «de bas niveau» est activé.

10.4.5.4. La démonstration du système d'incitation «de bas niveau» est considérée comme réalisée si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément aux points 10.4.5.2 et 10.4.5.3, le constructeur a démontré à l'autorité responsable de la réception que le module ECU du moteur a activé le mécanisme de réduction du couple.

10.4.6. Essai de démonstration du système d'incitation «sévère»

10.4.6.1. Cette démonstration a pour point de départ une situation où le système d'incitation «de bas niveau» a été précédemment activé et peut être faite à la suite des essais effectués pour démontrer le bon fonctionnement du système d'incitation «de bas niveau».

10.4.6.2. Lorsque le système est contrôlé pour vérifier sa réaction dans le cas d'un défaut autre qu'un manque de réactif dans le réservoir, on laisse fonctionner le système de gestion du moteur jusqu'à ce que le réservoir de réactif soit vide ou ait atteint le niveau inférieur à 2,5 pour cent de la capacité totale du réservoir auquel le constructeur a déclaré que le système d'incitation «sévère» devait s'enclencher.

10.4.6.2.1. Avec l'accord de l'autorité responsable chargée de la réception, le constructeur peut simuler un fonctionnement continu en extrayant du réactif du réservoir, alors que le moteur tourne ou qu'il est arrêté.

▼M8

10.4.6.3. Lorsque le moteur est contrôlé pour vérifier sa réaction dans le cas d'un défaut qui n'est pas un manque de réactif dans le réservoir, on laisse fonctionner le système de gestion du moteur pendant le nombre approprié d'heures de fonctionnement indiqué dans le tableau 3 du présent appendice ou, au choix du constructeur, jusqu'à ce que le compteur concerné ait atteint la valeur à laquelle le système d'incitation «sévère» est activé.

10.4.6.4. La démonstration du système d'incitation «sévère» est considérée comme réalisée si, à la fin de chaque essai de démonstration effectué conformément aux points 10.4.6.2 et 10.4.6.3, le constructeur a démontré à l'autorité responsable de la réception que le mécanisme d'incitation «sévère» considéré dans la présente annexe a été activé.

10.4.7. Pour autant que l'autorité responsable de la réception y consente, le constructeur peut choisir de faire la démonstration des mécanismes d'incitation sur un engin complet conformément aux prescriptions du point 5.4, soit en montant l'engin sur un banc d'essai approprié, soit en le faisant fonctionner sur une piste d'essai dans des conditions contrôlées.

10.4.7.1. On fait fonctionner l'engin jusqu'à ce que le compteur associé au défaut sélectionné ait atteint le nombre approprié d'heures de fonctionnement indiqué dans le tableau 3 du présent appendice ou, le cas échéant, jusqu'à ce que le réservoir de réactif soit vide ou ait atteint le niveau inférieur à 2,5 pour cent de la capacité totale du réservoir auquel le constructeur a choisi d'activer le système d'incitation «sévère».

11. **Description des mécanismes d'activation et de désactivation des systèmes d'avertissement et d'incitation de l'opérateur**

11.1. Afin de compléter les prescriptions spécifiées dans la présente annexe concernant les mécanismes d'activation et de désactivation des systèmes d'avertissement et d'incitation, la présente section 11 spécifie les prescriptions techniques pour les mécanismes d'activation et de désactivation.

11.2. *Mécanismes d'activation et de désactivation du système d'avertissement*

11.2.1. Le système d'avertissement du conducteur s'enclenche lorsque le code DTC (Diagnostic Trouble Code) associé à une situation NCM justifiant son activation a le statut défini dans le tableau 2 du présent appendice.

Tableau 2

Activation du système d'avertissement de l'opérateur

Type de défaut	Statut DTC pour l'activation du système d'avertissement
Réactif de mauvaise qualité	confirmé et actif
Interruption du dosage	confirmé et actif
Soupape EGR entravée	confirmé et actif
Défaillance du système de surveillance	confirmé et actif
Seuil NO_x, si applicable	confirmé et actif

▼M8

11.2.2. Le système d'avertissement de l'opérateur se désactive lorsque le système de diagnostic conclut que le défaut correspondant à cet avertissement n'est plus présent ou lorsque l'information, y compris les codes DTC associés aux défauts justifiant son activation, est effacée au moyen d'un analyseur.

11.2.2.1. Prescriptions concernant l'effacement des «informations relatives à la maîtrise des NO_x»

11.2.2.1.1. Effacement/réinitialisation des «informations relatives à la maîtrise des NO_x» au moyen d'un analyseur

À la demande de l'analyseur, les données ci-après sont effacées de la mémoire de l'ordinateur ou réinitialisées à la valeur spécifiée dans le présent appendice (voir tableau 3).

Tableau 3

Effacement/réinitialisation des «informations relatives à la maîtrise des NO_x» au moyen d'un analyseur

Informations relatives à la maîtrise des NO_x	Effaçables	Réinitialisables
Tous les codes DTC	X	
La valeur du compteur totalisant le nombre le plus élevé d'heures de fonctionnement du moteur		X
Le nombre d'heures de fonctionnement du moteur indiqué par le ou les compteurs NCD		X

11.2.2.1.2. Les informations relatives à la maîtrise des NO_x ne s'effacent pas lorsque la batterie de l'engin est déconnectée.

11.2.2.1.3. L'effacement des «informations relatives à la maîtrise des NO_x» n'est possible que lorsque le moteur est à l'arrêt (*engine-off*).

11.2.2.1.4. Lorsque des «informations relatives à la maîtrise des NO_x», y compris des codes DTC, sont effacées, les indications de tout compteur associé à ces défauts qui sont spécifiées dans la présente annexe ne doivent pas être effacées mais réinitialisées à la valeur spécifiée dans la section appropriée de la présente annexe.

11.3. *Mécanisme d'activation et de désactivation du système d'incitation de l'opérateur*

11.3.1. Le système d'incitation de l'opérateur s'enclenche lorsque le système d'avertissement est actif et que le compteur correspondant au type de situation NCM justifiant leur activation a atteint la valeur spécifiée dans le tableau 4 du présent appendice.

11.3.2. Le système d'incitation de l'opérateur se désactive lorsque le système ne détecte plus un défaut justifiant son activation ou si les informations, y compris les codes DTC, relatives aux situations NCM justifiant son activation ont été effacées par un analyseur ou un outil de maintenance.

11.3.3. Les systèmes d'avertissement et d'incitation de l'opérateur sont immédiatement activés ou désactivés, selon le cas, conformément aux dispositions de la section 6 de la présente annexe après évaluation de la quantité de réactif dans le réservoir de réactif. Dans ce cas, les mécanismes d'activation ou de désactivation ne dépendent pas du statut d'un éventuel code DTC associé.

▼**M8**

11.4. *Mécanisme de comptage*

11.4.1. Généralités

11.4.1.1. Pour satisfaire aux prescriptions de la présente annexe, le système doit contenir au moins 4 compteurs pour enregistrer le nombre d'heures durant lesquelles on a fait fonctionner le moteur alors que le système avait détecté l'une des situations suivantes:

a) une qualité de réactif incorrecte;

b) une interruption de l'activité de dosage du réactif;

c) une soupape EGR entravée;

d) une défaillance du système NCD conformément au point 9.1 ii) de la présente annexe.

11.4.1.1.1. Le constructeur a la faculté de grouper les défauts indiqués au point 11.4.1.1 sur un ou plusieurs compteurs.

11.4.1.2. Chacun de ces compteurs doit compter jusqu'à la valeur maximale prévue dans un compteur à deux octets avec une résolution d'une heure et mémoriser cette valeur à moins que les conditions permettant la réinitialisation du compteur ne soient remplies.

11.4.1.3. Un constructeur peut utiliser un ou plusieurs compteurs pour le système NCD. Un compteur unique peut additionner le nombre d'heures de deux ou plusieurs défauts différents pertinents pour ce type de compteur, sans qu'aucun d'entre eux n'ait atteint le temps indiqué par le compteur unique.

11.4.1.3.1. Lorsque le constructeur décide d'utiliser plusieurs compteurs pour le système NCD, le système doit être capable d'assigner un compteur spécifique du système de surveillance à chaque défaut pertinent, conformément à la présente annexe, pour ce type de compteur.

11.4.2. Principe du mécanisme de comptage

11.4.2.1. Chacun des compteurs fonctionne de la manière suivante:

11.4.2.1.1. à partir de zéro, le compteur commence à comptabiliser les heures de fonctionnement dès qu'un défaut pertinent pour ce compteur est détecté et que le code d'anomalie DTC correspondant a le statut défini dans le tableau 2;

11.4.2.1.2. en cas de défauts répétés, le constructeur a le choix entre les deux procédures suivantes:

i) si un événement de surveillance unique survient et que le défaut qui a initialement activé le compteur n'est plus détecté ou que le défaut a été effacé par un analyseur ou un outil de maintenance, le compteur est figé et conserve sa valeur actuelle. Si la comptabilisation s'arrête lorsque le système d'incitation «sévère» est actif, le compteur reste figé à la valeur définie dans le tableau 4 du présent appendice ou à une valeur supérieure ou égale à la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère» moins 30 minutes;

▼M8

ii) le compteur est maintenu figé à la valeur définie dans le tableau 4 du présent appendice ou à une valeur supérieure ou égale à la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère» moins 30 minutes.

11.4.2.1.3. Dans le cas d'un compteur unique du système de surveillance, ce compteur continue de compter si une situation NCM pertinente pour ce compteur a été détectée et son code d'anomalie DTC correspondant a le statut «confirmé et actif». Il doit se figer et conserver l'une des valeurs spécifiées au point 11.4.2.1.2 si aucune situation NCM qui justifierait l'activation du compteur n'est détectée ou si tous les défauts pertinents pour ce compteur ont été effacés au moyen d'un analyseur ou d'un outil de maintenance.

Tableau 4

Compteurs et incitation

	Statut DTC pour la première activation du compteur	Valeur du compteur pour l'incitation «de bas niveau»	Valeur du compteur pour l'incitation «sévère»	Valeur figée conservée par le compteur
Compteur de qualité du réactif	confirmé et actif	≤ 10 heures	≤ 20 heures	≥ 90 % de la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère»
Compteur de dosage	confirmé et actif	≤ 10 heures	≤ 20 heures	≥ 90 % de la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère»
Compteur de soupape EGR	confirmé et actif	≤ 36 heures	≤ 100 heures	≥ 95 % de la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère»
Compteur du système de surveillance	confirmé et actif	≤ 36 heures	≤ 100 heures	≥ 95 % de la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère»
Seuil NO_x, si applicable	confirmé et actif	≤ 10 heures	≤ 20 heures	≥ 90 % de la valeur du compteur déclenchant l'incitation «sévère»

11.4.2.1.4. Une fois figé, le compteur est réinitialisé lorsque les dispositifs de surveillance pertinents pour ce compteur ont effectué au moins une fois jusqu'au bout leur cycle de surveillance sans avoir détecté de défaut et qu'aucun défaut pertinent pour ce compteur n'a été détecté au cours d'une période de 40 heures de fonctionnement du moteur depuis que la valeur du compteur a été mise en mémoire pour la dernière fois (voir figure 4).

11.4.2.1.5. Le compteur continue de compter depuis le point auquel sa valeur a été mise en mémoire si un défaut pertinent pour ce compteur est détecté durant une période où le compteur est figé (voir figure 4).

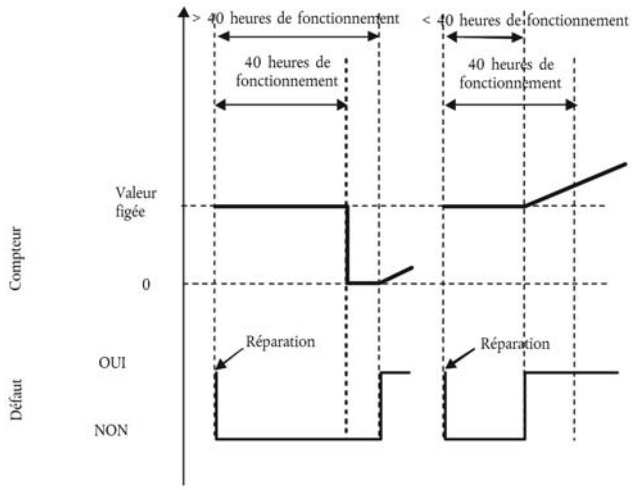
11.5. *Illustration des mécanismes d'activation et de désactivation et du fonctionnement des compteurs*

11.5.1. Ce point illustre les mécanismes d'activation et de désactivation et le fonctionnement des compteurs pour quelques cas typiques. Les chiffres et descriptions figurant aux points 11.5.2, 11.5.3 et 11.5.4 sont fournis uniquement à titre d'illustration dans la présente annexe et ne doivent pas être considérés comme exemples des prescriptions de la présente directive ou des positions définitives concernant les processus impliqués. Les heures des compteurs des figures 6 et 7 se réfèrent aux valeurs d'incitation «sévère» maximales dans le tableau 4. Par exemple, par souci de simplification, le fait que le système d'avertissement sera également actif si le système d'incitation est actif n'a pas été mentionné dans les illustrations données.

▼M8

Figure 4

Réactivation et remise à zéro d'un compteur après une période au cours de laquelle sa valeur a été figée



11.5.2. La figure 5 illustre le fonctionnement des mécanismes d'activation et de désactivation lors du contrôle de la disponibilité du réactif dans cinq cas:

— cas d'utilisation 1: l'opérateur continue d'utiliser l'engin malgré l'avertissement jusqu'à ce que l'engin soit mis hors d'état de fonctionner,

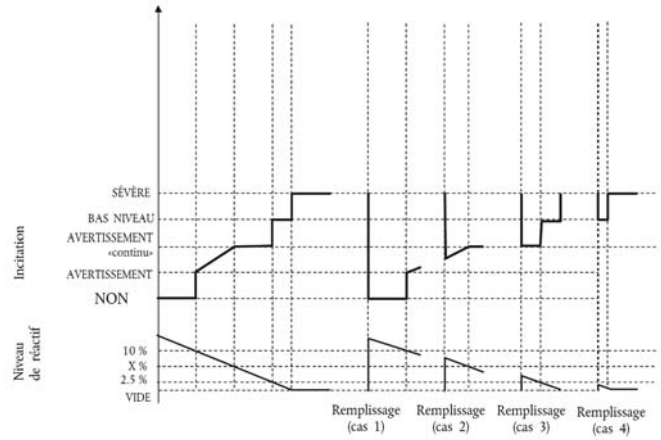
— cas de remplissage 1 (remplissage «adéquat»): l'opérateur remplit le réservoir de réactif de façon à atteindre un niveau supérieur au seuil de 10 %. Les systèmes d'avertissement et d'incitation sont désactivés,

— cas de remplissage 2 et 3 (remplissage «inadéquat»): le système d'avertissement est activé. Le niveau d'avertissement dépend de la quantité de réactif disponible;

— cas de remplissage 4 (remplissage «très inadéquat»): l'incitation «de bas niveau» est activée immédiatement.

Figure 5

Disponibilité du réactif



▼M8

11.5.3. La figure 6 illustre trois cas de mauvaise qualité du réactif:

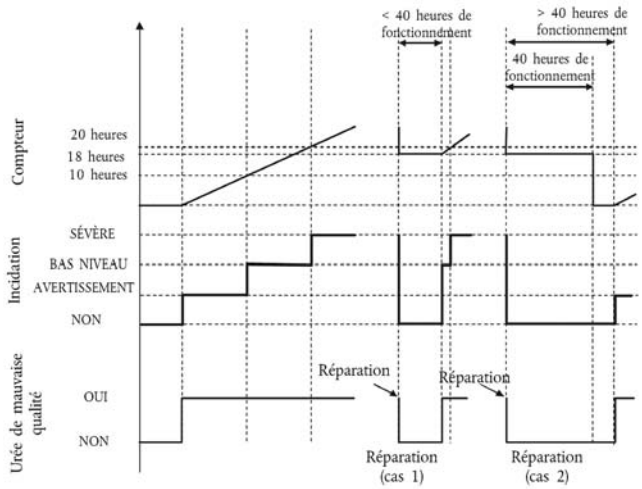
— cas d'utilisation 1: l'opérateur continue d'utiliser l'engin malgré l'avertissement jusqu'à ce que l'engin soit mis hors d'état de fonctionner,

— cas de réparation 1 (réparation «mauvaise» ou «malhonnête»): après que l'engin a été mis hors d'état de fonctionner, l'opérateur rectifie la qualité du réactif mais, peu de temps après, remplace à nouveau le réactif par un autre de mauvaise qualité. Le système d'incitation est immédiatement réactivé et l'engin est mis hors d'état de fonctionner après 2 heures de fonctionnement du moteur,

— cas de réparation 2 («bonne» réparation): après que l'engin a été mis hors d'état de fonctionner, l'opérateur rectifie la qualité du réactif. Cependant, quelque temps plus tard, il ajoute à nouveau du réactif de mauvaise qualité. Les processus d'avertissement, d'incitation et de comptage sont remis à zéro.

Figure 6

Remplissage avec un réactif de mauvaise qualité



11.5.4. La figure 7 illustre trois cas de défaut du système de dosage de l'urée. Cette figure illustre également le processus qui s'applique en cas de défaut du système de surveillance décrit à la section 9 de la présente annexe.

— Cas d'utilisation 1: l'opérateur continue d'utiliser l'engin malgré l'avertissement jusqu'à ce que l'engin soit mis hors d'état de fonctionner.

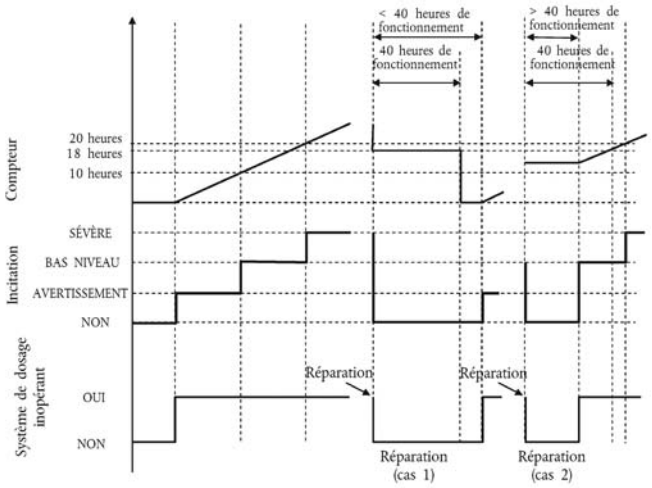
— Cas de réparation 1 («bonne» réparation): après que l'engin a été mis hors d'état de fonctionner, l'opérateur répare le système de dosage. Cependant, quelque temps plus tard, le système de dosage tombe à nouveau en panne. Les processus d'avertissement, d'incitation et de comptage sont remis à zéro.

— Cas de réparation 2 («mauvaise» réparation): alors que l'incitation «de bas niveau» (réduction de couple) est active, l'opérateur répare le système de dosage. Peu après, cependant, le système de dosage tombe à nouveau en panne. Le système d'incitation «de bas niveau» est immédiatement réactivé et le compteur recommence à compter à partir de la valeur enregistrée au moment de la réparation.

▼M8

Figure 7

Défaillance du système de dosage du réactif



12. **Démonstration de la concentration minimale acceptable de réactif CD_{min}**

12.1. Le constructeur démontre la valeur correcte de CD_{min} au moment de la réception par type en réalisant la partie à chaud du cycle NRTC avec une concentration de réactif CD_{min}.

12.2. L'essai fait suite au(x) cycle(s) NCD approprié(s) définis par le constructeur, permettant à un système de maîtrise des NO_x en circuit fermé d'effectuer l'adaptation à la qualité du réactif avec la concentration CD_{min}.

12.3. Les émissions de polluants résultant de cet essai doivent être inférieures au seuil pour les NO_x spécifié au point 7.1.1 de la présente annexe.

▼M8

Appendice 2

Prescriptions relatives à la plage de contrôle pour les moteurs de la phase IV

1. **Plage de contrôle du moteur**

   La plage de contrôle (voir figure 1) est définie comme suit:

   plage de régime: régime A à haut régime

   où:

   régime A = bas régime + 15 % (régime haut – bas régime);

   haut régime et bas régime, comme définis à l'annexe III ou, si le constructeur, sur la base de l'option indiquée au point 1.2.1 de l'annexe III, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, la définition des points 2.1.33 et 2.1.37 du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU est utilisée.

   Si le régime moteur A mesuré est à ± 3 % du régime moteur déclaré par le constructeur, les régimes moteur déclarés sont utilisés. Si la marge de tolérance est dépassée pour l'un des régimes d'essai, les régimes moteur mesurés sont utilisés.

2. Les conditions de fonctionnement suivantes sont exclues de l'essai:

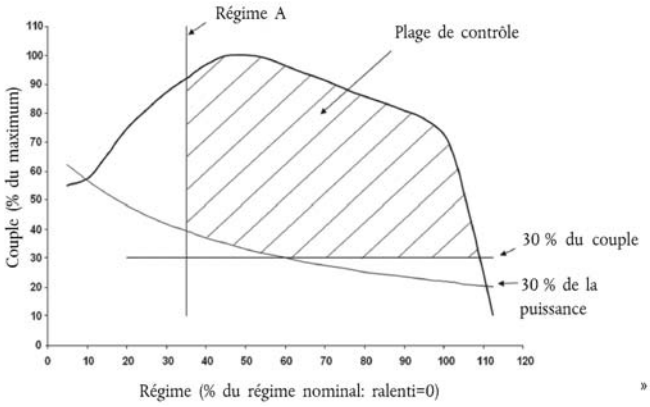
   a) les points situés en dessous de 30 % du couple maximal;

   b) les points situés en dessous de 30 % de la puissance maximale.

   Le constructeur peut demander que le service technique exclue des points de fonctionnement de la plage de contrôle définie aux sections 1 et 2 du présent appendice lors de la certification/réception par type. Sous réserve de l'avis favorable de l'autorité compétente en matière de réception, le service technique peut accepter cette exclusion si le constructeur peut démontrer que le moteur n'est jamais capable de fonctionner à de tels points quelle que soit la configuration dans laquelle la machine est utilisée.

Figure 1

Plage de contrôle



»

▼B

ANNEXE II

FICHE DE RENSEIGNEMENTS N°...

relative à la réception par type et concernant les mesures à prendre contre les émissions de gaz et particules polluants provenant des moteurs à combustion interne installés sur les engins mobiles non routiers

(Directive 97/68/CE modifiée en dernier lieu par la directive ../.../CE)

Moteur représentatif/type de moteur (1) .....

0. **Généralités**

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

0.2. Type et description commerciale des moteurs représentatifs et, le cas échéant, des moteurs de la famille (2): .....

0.3. Code type du constructeur apposé sur le(s) moteur(s) (2): .....

.....

0.4. Description de l'équipement entraîné par le moteur (2): .....

.....

0.5. Nom et adresse du constructeur: .....

Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (le cas échéant): .....

.....

0.6. Emplacement, code et méthode d'apposition du numéro d'identification du moteur: .....

.....

0.7. Emplacement et méthode d'apposition de la marque de réception CE: .....

.....

0.8. Adresse(s) de l'(des) usine(s) de montage: .....

.....

Accessoires

1.1. Caractéristiques essentielles des moteurs représentatifs (appendice 1)

1.2. Caractéristiques essentielles de la famille de moteurs (appendice 2)

1.3. Caractéristiques essentielles des types de moteurs à l'intérieur de la famille (appendice 3)

2. Caractéristiques des pièces de l'engin mobile qui sont liées au moteur (le cas échéant)

3. Photographies du moteur représentatif

4. Le cas échéant, liste des autres accessoire:

Date, dossier

(1) Biffer les mentions inutiles.
(2) Tel que défini à l'annexe I section 1 (par exemple «A»).

▼B

Appendice 1

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU MOTEUR (REPRÉSENTATIF) [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.	Alésage:	mm
1.5.	Course:	mm
1.6.	Nombre et disposition des cylindres:	
1.7.	Cylindrée:	cm^3
1.8.	Régime nominal:	
1.9.	Régime de couple maximal:	
1.10.	Rapport volumétrique de compression [3]:	
1.11.	Système de combustion:	
1.12.	Dessin(s) de la chambre de combustion et de la face supérieure du piston:	
1.13.	Section minimale des conduites d'admission et d'échappement:	
1.14.	**Système de refroidissement**	
1.14.1.	*Liquide*	
1.14.1.1.	Nature du liquide:	
1.14.1.2.	Pompe(s) de circulation: avec/sans [2]	
1.14.1.3.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (le cas échéant):	
1.14.1.4.	Rapport(s) d'entraînement (le cas échéant):	
1.14.2.	*Air*	
1.14.2.1.	Soufflante: avec/sans [2]	
1.14.2.2.	Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (le cas échéant):	
1.14.2.3.	Rapport(s) d'entraînement (le cas échéant):	
1.15.	**Température admise par le constructeur**	
1.15.1.	Refroidissement par liquide: température maximale à la sortie:	K
1.15.2.	Refroidissement par air: point de référence:	
	Température maximale au point de référence:	K
1.15.3.	Température maximale de l'air d'alimentation à la sortie de l'échangeur intermédiaire d'admission (le cas échéant):	K
1.15.4.	Température maximale des gaz d'échappement au niveau des tuyaux d'échappement adjacents aux brides de sortie des collecteurs:	K
1.15.5.	Température du lubrifiant: minimum:	K
	maximum:	K

[1] En cas de demande portant sur plusieurs moteurs représentatifs, un formulaire séparé doit être rempli pour chacun d'eux.
[2] Biffer la mention inutile.
[3] Préciser la tolérance.

▼B

1.16. Suralimentation: avec/sans (1)

1.16.1. Marque:.....

1.16.2. Type:.....

1.16.3. Description du système (par exemple, pression maximale, soupape de décharge, le cas échéant):.....

1.16.4. Échangeur intermédiaire: avec/sans (1)

1.17. Système d'admission: dépression maximale admissible à l'entrée, au régime nominal du moteur et à pleine charge:..... kPa

1.18. Système d'échappement: contre-pression maximale admissible au régime nominal du moteur et à pleine charge:..... kPa

▼M6

2. MESURES CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR

2.1. Dispositif de recyclage des gaz de carter: oui/non (1) .....

2.2. Dispositifs antipollution additionnels (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 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 convertisseurs catalytiques: .....

2.2.1.11. Emplacement du ou des convertisseurs catalytiques (localisation et distance minimale/maximale par rapport au moteur): .....

2.2.1.12. Plage de fonctionnement normal (K): .....

2.2.1.13. Réactif consommable (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 de température normale de fonctionnement du réactif: .....

2.2.1.13.3. Norme internationale (s'il y a lieu): .....

2.2.1.14. Détecteur de NO_x: oui/non (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.): .....

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

2.2.4.1. Caractéristiques (refroidi/non refroidi, haute pression/basse pression, etc.): .....

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

(1) Biffer la mention inutile.

▼M6

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

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

2.2.5.3. Emplacement (localisation et distance minimale/maximale par rapport au moteur): ....

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

2.2.5.5. Plage de température normale de fonctionnement (K) et de pression (kPa): .....

2.2.6. Autres systèmes: oui/non [1]

2.2.6.1. Description et mode de fonctionnement: .....

▼B

3. ▶[1] ALIMENTATION EN CARBURANT POUR LES MOTEURS DIESEL ◀

3.1. **Pompe d'alimentation**

Pression [2] ou schéma: ..... kPa

3.2. **Système d'injection**

3.2.1. *Pompe*

3.2.1.1. Marque(s): .....

3.2.1.2. Type(s): .....

3.2.1.3. Débit: ... mm^3 [2] par injection ou par cycle pour un régime de pompe de: ... tr/mn nominal et ... tr/mn à plein régime respectivement, ou schéma

Indiquer la méthode utilisée: sur moteur/sur banc [1]

3.2.1.4. Avance à l'injection

3.2.1.4.1. Courbe d'avance à l'injection [2]: .....

3.2.1.4.2. Calage [2]: .....

3.2.2. *Tuyauterie d'injection*

3.2.2.1. Longueur: ..... mm

3.2.2.2. Diamètre intérieur: ..... mm

3.2.3. *Injecteur(s)*

3.2.3.1. Marque(s): .....

3.2.3.2. Type(s): .....

3.2.3.3. Pression d'ouverture [2] ou schéma: ..... kPa

3.2.4. *Régulateur*

3.2.4.1. Marque(s): .....

3.2.4.2. Type(s): .....

3.2.4.3. Régime de début de coupure à pleine charge [2]: ..... tr/mn

3.2.4.4. Régime maximal à vide [2]: ..... tr/mn

3.2.4.5. Régime de ralenti [2]: ..... tr/mn

3.3. **Système de démarrage à froid**

3.3.1. Marque(s): .....

3.3.2. Type(s): .....

3.3.3. Description: .....

[1] Biffer la mention inutile.
[2] Préciser la tolérance.

▶[1] M8

▼B

►(1) 4. ALIMENTATION EN CARBURANT POUR LES MOTEURS À ESSENCE (1)

4.1. Carburateur: .....

4.1.1. Marque(s): .....

4.1.2. Type(s): .....

4.2. Injection indirecte: monopoint ou multipoint: .....

4.2.1. Marque(s): .....

4.2.2. Type(s): .....

4.3. Injection directe: .....

4.3.1. Marque(s): .....

4.3.2. Type(s): .....

4.4. Débit de carburant (g/h) et rapport air/carburant au régime nominal en position pleins gaz: ◄

►(1) M8

▼M8

5. CARACTÉRISTIQUES DE DISTRIBUTION

5.1. Levées maximales des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture rapportés au point mort haut, ou caractéristiques équivalentes: .....

5.2. **Référence et/ou gamme de réglage** (1)

5.3. **Système de distribution variable (si applicable, et côté admission et/ou échappement)**

5.3.1. Type: continu ou on/off (1)

5.3.2. Angle de déphasage de came: .....

6. CONFIGURATION DES LUMIÈRES

6.1. Position, taille et nombre:

7. SYSTÈME D'ALLUMAGE

7.1. **Bobine**

7.1.1. Marque(s): .....

7.1.2. Type(s): .....

7.1.3. Nombre: .....

7.2. Bougie(s) d'allumage: .....

7.2.1. Marque(s): .....

7.2.2. Type(s): .....

7.3. Magnéto: .....

7.3.1. Marque(s): .....

7.3.2. Type(s): .....

7.4. Calage d'allumage: .....

7.4.1. Avance statique par rapport au point mort haut (degrés de rotation du vilebrequin): .

7.4.2. Courbe d'avance à l'allumage, si applicable: .....

(1) Biffer ce qui ne convient pas.

▼B

Appendice 2

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE LA FAMILLE DE MOTEURS

1. PARAMÈTRES COMMUNS (1):

1.1. Cycle de combustion: .....

1.2. Agent de refroidissement: .....

1.3. Méthode d'aspiration de l'air: .....

1.4. Type de chambre de combustion: .....

1.5. Configuration, taille et nombre des soupapes et des lumières: .....

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

1.7. Systèmes de gestion du moteur:

Preuve d'identité conformément aux numéros du dessin:

— système de refroidissement de charge: .....

— recirculation des gaz d'échappement (2): .....

— injection/émulsion d'eau (2): .....

— injection d'air (2): .....

▶(1) 1.8. Système de post-traitement des gaz d'échappement (2): ..... ◀

2. COMPOSITION DE LA FAMILLE DE MOTEURS

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

2.2. Description des moteurs de cette famille:

▶(3)	Moteur parent (1)	Moteurs au sein de la famille (2)			
Type du moteur					
Nombre de cylindres					
Régime nominal (tr/min)					
Alimentation en carburant par temps moteur (mm^3) pour les moteurs diesel, débit de carburant (g/h) pour les moteurs à essence, à la puissance nette nominale					
Puissance nette nominale (kW)					
Régime de puissance maximale (tr/min)					
Puissance nette maximale (kW)					
Régime de couple maximal (tr/min)					
Alimentation en carburant par temps moteur (mm^3) pour les moteurs diesel, débit de carburant (g/h) pour les moteurs à essence, à la puissance nette nominale					
Couple maximal (Nm)					
Régime inférieur de ralenti (tr/min)					
Cylindrée unitaire (en pourcentage de celle du moteur parent)	100				

(1) Voir l'appendice 1 pour les détails.
(2) Voir l'appendice 3 pour les détails. ◀

(1) À remplir en fonction des spécifications indiquées à l'annexe I sections 6 et 7.
▶(2) (2) Si non applicable, indiquer «n.a.». ◀

▶(1) (2) (3) M8

▼B

Appendice 3

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU TYPE DE MOTEUR À L'INTÉRIEUR 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. Alésage: ..... mm

1.5. Course: ..... mm

1.6. Nombre et disposition des cylindres: .....

1.7. Cylindrée: ..... cm^3

1.8. Régime nominal: .....

1.9. Régime de couple maximal: ..... tr/mn

1.10. Rapport volumétrique de compression [3]: .....

1.11. Système de combustion: .....

1.12. Dessin(s) de la chambre de combustion et de la face supérieure du piston: .....

1.13. Section minimale des conduites d'émission et d'échappement: .....

1.14. **Système de refroidissement**

1.14.1. *Liquide*

1.14.1.1. Nature du liquide: .....

1.14.1.2. Pompe(s) de circulation: avec/sans [2]

1.14.1.3. Caractéristiques ou marques et types (le cas échéant): .....

1.14.1.4. Rapports d'entraînement (le cas échéant): .....

1.14.2. *Air*

1.14.2.1. Soufflante: avec/sans [2]

1.14.2.2. Caractéristiques ou marques et types (le cas échéant): .....

1.14.2.3. Rapports d'entraînement (le cas échéant): .....

1.15. **Température admise par le constructeur**

1.15.1. Refroidissement par liquide: température maximale à la sortie: ..... K

1.15.2. Refroidissement par air: point de référence: .....

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

1.15.3. Température maximale de l'air d'alimentation à la sortie de l'échangeur intermédiaire d'admission (le cas échéant): ..... K

1.15.4. Température maximale des gaz d'échappement au niveau des tuyaux d'échappement adjacents aux brides de sortie des collecteurs: ..... K

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

▼B

1.15.5. Température du lubrifiant: minimum: ..... K
maximum: ..... K

1.16. Suralimentation: avec/sans (1)

1.16.1. Marque: .....

1.16.2. Type: .....

1.16.3. Description du système (par exemple, pression maximale, soupape de décharge, le cas échéant): .....

1.16.4. Échangeur intermédiaire: avec/sans (1)

1.17. Système d'admission: dépression maximale admissible à l'entrée, au régime nominal du moteur et à pleine charge: ..... kPa

1.18. Système d'échappement: contre-pression maximale admissible au régime nominal du moteur et à pleine charge: ..... kPa

▼M6

2. MESURES CONTRE LA POLLUTION DE L'AIR

2.1. Dispositif de recyclage des gaz de carter: oui/non (1) .....

2.2. Dispositifs antipollution additionnels (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 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 convertisseurs catalytiques: .....

2.2.1.11. Emplacement du ou des convertisseurs catalytiques (localisation et distance minimale/maximale par rapport au moteur): .....

2.2.1.12. Plage de fonctionnement normal (K): .....

2.2.1.13. Réactif consommable (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 de température normale de fonctionnement du réactif: .....

2.2.1.13.3. Norme internationale (s'il y a lieu): .....

2.2.1.14. Détecteur de NO_x: oui/non (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.): .....

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

2.2.4.1. Caractéristiques (refroidi/non refroidi, haute pression/basse pression, etc.): .....

(1) Biffer la mention inutile.

▼M6

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

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

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

2.2.5.3. Emplacement (localisation et distance minimale/maximale par rapport au moteur): ....

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

2.2.5.5. Plage de température normale de fonctionnement (K) et de pression (kPa): .....

2.2.6. Autres systèmes: oui/non (1)

2.2.6.1. Description et mode de fonctionnement: .....

▼B

3. ►(1) ALIMENTATION EN CARBURANT POUR LES MOTEURS DIESEL ◄

3.1. **Pompe d'alimentation**

Pression (2) ou schéma: ..... kPa

3.2. **Système d'injection**

3.2.1. *Pompe*

3.2.1.1. Marque(s): .....

3.2.1.2. Type(s): .....

3.2.1.3. Débit: ... mm^3 (2) par injection ou par cycle pour un régime de pompe de: ... tr/mn nominal et ... tr/mn à plein régime respectivement, ou schéma

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

3.2.1.4. Avance à l'injection

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

3.2.1.4.2. Calage (2): .....

3.2.2. *Tuyauterie d'injection*

3.2.2.1. Longueur: ..... mm

3.2.2.2. Diamètre intérieur: ..... mm

3.2.3. *Injecteur(s)*

3.2.3.1. Marque(s): .....

3.2.3.2. Type(s): .....

3.2.3.3. Pression d'ouverture (2) ou schéma: ..... kPa

3.2.4. *Régulateur*

3.2.4.1. Marques: .....

3.2.4.2. Types: .....

3.2.4.3. Régime de début de coupure à pleine charge (2): ..... tr/mn

3.2.4.4. Régime maximal à vide (2): ..... tr/mn

3.2.4.5. Régime de ralenti (2): ..... tr/mn

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

►(1) M2

▼B

3.3. **Système de démarrage à froid**

3.3.1. Marques: .....

3.3.2. Types: .....

3.3.3. Description: .....

►(1) 4. ALIMENTATION EN CARBURANT POUR LES MOTEURS À ESSENCE

4.1. Carburateur .....

4.1.1. Marque(s): .....

4.1.2. Type(s): .....

4.2. Injection indirecte: monopoint ou multipoint .....

4.2.1. Marque(s): .....

4.2.2. Type(s): .....

4.3. Injection directe .....

4.3.1. Marque(s): .....

4.3.2. Type(s): .....

4.4. Débit de carburant [g/h] et rapport air/carburant au régime nominal en position pleins ◄

►(2) 5. ◄ CARACTÉRISTIQUES DE DISTRIBUTION

►(3) 5.1.◄ Levées maximales des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture rapportés au point mort haut, ou caractéristiques équivalentes: .....

►(4) 5.2.◄ Référence et/ou gamme de réglage (1): .....

►(5) 5.3. Système de distribution variable (si applicable, et côté admission et/ou échappement)

5.3.1. Type: en continu ou *on/off*

5.3.2. Angle de déphasage de came ◄

►(6) 6. CONFIGURATION DES LUMIÈRES

6.1. Position, taille et nombre ◄

►(7) 7. SYSTÈME D'ALLUMAGE

7.1. Bobine d'allumage

7.1.1. Marque(s): .....

7.1.2. Type(s): .....

7.1.3. Nombre: .....

7.2. Bougie(s) d'allumage

7.2.1. Marque(s): .....

7.2.2. Type(s): .....

7.3. Alternateur

7.3.1. Marque(s): .....

7.3.2. Type(s): .....

7.4. Calage de l'allumage

7.4.1. Avance statique par rapport au point mort haut [degrés de rotation du vilebrequin]

7.4.2. Courbe d'avance à l'allumage, si applicable: .....◄

(1) Biffer la mention inutile.

▶(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) M2

▼B

ANNEXE III

▼M2

PROCÉDURE D'ESSAI POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION

▼B

1. INTRODUCTION

▼M6

1.1. La présente annexe décrit la méthode servant à mesurer les émissions de gaz et particules polluants provenant du moteur soumis à l'essai.

Les cycles d'essai suivants sont exécutés:

— l'essai NRSC (Non-Road Steady Cycle, cycle en régimes stabilisés pour engins mobiles non routiers) est utilisé pour mesurer les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote et de particules pour les phases I, II, III A, III B et IV dans le cas des moteurs décrits à l'annexe I, section 1, points a) i) et ii), et

— l'essai NRTC (Non-Road Transient Cycle, cycle en régimes transitoires pour engins mobiles non routiers) est utilisé pour mesurer les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote et de particules pour les phases III B et IV dans le cas des moteurs décrits à l'annexe I, section 1, point a) i),

— pour les moteurs destinés à la propulsion des bateaux de la navigation intérieure, la procédure d'essai ISO prescrite par la norme ISO 8178-4:2002 et par l'annexe VI (Code NO_x) de la convention Marpol [1] 73/78 de l'OMI [2] est appliquée,

— pour les moteurs destinés à la propulsion des autorails, un essai NRSC est utilisé pour la mesure des gaz et des particules polluants dans la phase III A et dans la phase III B,

— pour les moteurs destinés à la propulsion des locomotives, un essai NRSC est utilisé pour la mesure des gaz et des particules polluants dans la phase III A et dans la phase III B

▼M8

1.2. **Sélection de la procédure d'essai**

L'essai s'effectue avec le moteur monté sur un banc d'essai et relié à un dynamomètre.

1.2.1. *Procédure d'essai pour les phases I, II, III A, III B et IV*

L'essai s'effectue conformément à la procédure décrite dans la présente annexe ou, au choix du constructeur, selon la procédure d'essai spécifiée à l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

Les prescriptions suivantes s'appliquent également:

i) prescriptions en matière de durabilité, telles que définies à l'appendice 5 de la présente annexe;

ii) dispositions relatives à la plage de contrôle, telles que définies au point 8.6 de l'annexe I (uniquement moteurs de la phase IV);

[1] Marpol: convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires.
[2] OMI: Organisation maritime internationale

▼M8

iii) prescriptions en matière de déclaration des émissions de CO_2, telles que définies à l'appendice 6 de la présente annexe pour les moteurs testés selon la procédure décrite dans la présente annexe. Dans le cas des moteurs testés selon la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, l'appendice 7 de la présente annexe s'applique;

iv) le carburant de référence indiqué à l'annexe V de la présente directive doit être utilisé pour les moteurs testés selon les prescriptions de la présente annexe. Le carburant de référence indiqué à l'annexe V de la présente directive doit être utilisé dans le cas des moteurs testés selon les prescriptions de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

1.2.1.1. Au cas où le constructeur choisit, conformément à l'annexe I, point 8.6.2, d'utiliser la procédure d'essai spécifiée à l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU pour tester les moteurs des phases I, II, III A ou III B, les cycles d'essai spécifiés au point 3.7.1 doivent être utilisés.

▼M3
▼C1

1.3. **Principe de mesure**

Les émissions de gaz d'échappement à mesurer comprennent les éléments gazeux (monoxyde de carbone, hydrocarbures totaux et oxydes d'azote) et les particules. En outre, le dioxyde de carbone est souvent utilisé comme gaz traceur pour mesurer le taux de dilution de systèmes de dilution en circuit partiel 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 l'exécution de l'essai.

1.3.1. *Essai NRSC*

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. Le cycle d'essai comprend plusieurs modes de régime et de couple (charge) 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. L'échantillon de particules est dilué dans de l'air ambiant conditionné. Un échantillon est prélevé durant toute la procédure d'essai et collecté sur des filtres appropriés.

À titre de variante, un échantillon est prélevé sur des filtres séparés, un pour chaque mode, et les résultats pondérés sont calculés.

Les grammes de chaque polluant émis par kilowatt-heure sont calculés conformément à la description de l'appendice 3 de la présente annexe.

▼M6

1.3.2. *Essai NRTC:*

Le cycle transitoire prescrit, qui reflète fidèlement les conditions de fonctionnement de moteurs diesel installés sur des engins non routiers, est exécuté deux fois:

— la première fois (démarrage à froid) après que le moteur a pris la température ambiante et que les températures du liquide de refroidissement et de l'huile, des systèmes de post traitement et de tous les dispositifs auxiliaires de contrôle du moteur sont stabilisées entre 20 et 30 °C,

▼M6

— la deuxième fois (démarrage à chaud) après une période de vingt minutes d'imprégnation à chaud débutant immédiatement après la réalisation du cycle de démarrage à froid.

Durant cette séquence d'essai, les polluants susmentionnés sont analysés. La séquence d'essai consiste en un cycle de démarrage à froid après un refroidissement naturel ou forcé du moteur, une période d'imprégnation à chaud et un cycle de démarrage à chaud, aboutissant à un calcul des émissions composées. 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. La concentration des éléments gazeux est mesurée sur tout le cycle, soit dans les gaz d'échappement bruts en intégrant le signal émis par l'analyseur, conformément à la description de l'appendice 3 de la présente annexe, soit dans les gaz d'échappement dilués d'un système CVS de dilution en circuit principal en intégrant le signal de l'analyseur ou en prélevant des échantillons dans des sacs, conformément à la description de l'appendice 3 de la présente annexe. En ce qui concerne les particules, un échantillon proportionnel des gaz d'échappement dilués est collecté sur un filtre déterminé par dilution en circuit partiel ou en circuit principal. En fonction de la méthode utilisée, le débit des gaz d'échappement dilués ou non dilués est mesuré sur toute la durée du cycle afin de déterminer 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 kilowattheure.

Les émissions (g/kWh) sont mesurées pendant les deux cycles, à froid et à chaud. Les émissions composées pondérées sont calculées en affectant les résultats du démarrage à froid d'une pondération de 10 % et les résultats du démarrage à chaud d'une pondération de 90 %. Les émissions composées pondérées doivent respecter les limites.

▼B

2. CONDITIONS D'ESSAI

2.1. **Prescriptions générales**

Tous les volumes et débits volumétriques correspondent à une température de 273 K (0 °C) et à une pression de 101,3 kPa.

2.2. **Conditions d'essai du moteur**

2.2.1. Les valeurs à mesurer sont la température absolue T_a de l'air à l'entrée du moteur, exprimée en Kelvin, et la pression atmosphérique sèche p_s, exprimée en kPa; le paramètre f_a est déterminé selon la méthode suivante:

Moteurs à aspiration normale et moteurs à suralimentation mécanique:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)\left(\frac{T}{298}\right)^{0,7}$$

▼B

Moteurs à turbocompresseur avec ou sans refroidissement de l'air d'admission:

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

2.2.2. *Validité de l'essai*

Pour que l'essai soit valable, le paramètre f_a doit être tel que:

▼M1

$$0,96 \leq f_a \leq 1,06$$

▼M3
▼C1

2.2.3. *Moteurs avec refroidissement de l'air de suralimentation*

La température de l'air de suralimentation doit être enregistrée et se situer, au régime nominal déclaré et à pleine charge, à moins de ± 5 K de la température maximale de l'air de suralimentation spécifiée par le constructeur. 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 spécifiée par le constructeur. La température et le débit du liquide de refroidissement du refroidisseur d'air de suralimentation au point de réglage ci-dessus doivent rester inchangés durant tout le cycle d'essai. Le volume du refroidisseur d'air de suralimentation est déterminé sur la base des règles de l'art et des applications courantes des véhicules ou des machines.

En option, le refroidisseur d'air de suralimentation peut être réglé conformément à la norme SAE J 1937 telle qu'elle a été publiée en janvier 1995.

▼B

2.3. **Système d'admission d'air du moteur**

▼M3
▼C1

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'admission d'air bridé à ± 300 Pa de la valeur spécifiée par le constructeur pour un filtre à air propre et un moteur fonctionnant dans les conditions, indiquées par le constructeur, qui permettent d'obtenir le débit d'air maximal. Les restrictions doivent être réglées au régime nominal et à pleine charge. Pour autant qu'il reflète les conditions réelles de fonctionnement du moteur, un système d'essai en atelier peut être utilisé.

▼B

2.4. **Système d'échappement du moteur**

▼M3
▼C1

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'échappement dans lequel la contre-pression des gaz se situe à moins de ± 650 Pa de la valeur indiquée par le constructeur pour un moteur fonctionnant dans des conditions normales, de façon à obtenir la puissance maximale déclarée.

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 de l'équipement 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.

▼B

2.5. **Système de refroidissement**

Le système de refroidissement doit être capable de maintenir le moteur aux températures d'exploitation normales prescrites par le constructeur.

2.6. **Huile lubrifiante**

Les caractéristiques de l'huile lubrifiante utilisée pour l'essai doivent être enregistrées et présentées avec les résultats du test.

2.7. **Carburant utilisé pour l'essai**

Le carburant est le carburant de référence indiqué à l'►M2 annexe V ◄.

L'indice de cétane et la teneur en soufre du carburant de référence utilisé pour l'essai sont indiqués à l'►M2 annexe VII ◄ appendice 1 points 1.1.1 et 1.1.2 respectivement.

La température du carburant à l'entrée de la pompe à injection doit être comprise entre 306 et 316 K (33 et 43 °C).

▼M3
▼C1

▼C1

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI (ESSAI NRSC)

3.1. **Détermination des réglages du dynamomètre**

La mesure des émissions spécifiques est basée sur la puissance au frein non corrigée conformément à la norme ISO 14396: 2002.

Certains dispositifs auxiliaires qui servent uniquement au fonctionnement de l'équipement lui-même et qui peuvent être montés sur le moteur sont déposés pour l'essai. La liste incomplète suivante est donnée à titre d'exemple:

— compresseur d'air pour freins,

— compresseur de direction assistée,

— compresseur de climatisation,

— pompes pour actionneurs hydrauliques.

Si on ne dépose pas ces dispositifs auxiliaires, la puissance qu'ils absorbent aux régimes d'essai doit être déterminée afin de calculer les réglages du dynamomètre, sauf lorsque les dispositifs auxiliaires font partie intégrante du moteur (par exemple, les ventilateurs de refroidissement sur les moteurs refroidis par air).

Les réglages de la bride d'admission et de la contre-pression du tuyau d'échappement seront ajustés aux limites supérieures indiquées par le constructeur, conformément aux points 2.3 et 2.4.

Les valeurs maximales de couple aux régimes d'essai spécifiés sont déterminées expérimentalement afin de calculer les valeurs du couple pour les modes d'essai indiqués. Pour les moteurs qui ne sont pas conçus pour fonctionner dans une plage de régimes sur une courbe de couple à pleine charge, le couple maximal aux régimes d'essai est déclaré par le constructeur.

Le réglage du moteur pour chacun des modes d'essai est calculé au moyen de la formule suivante:

$$S = \left(\left(P_M + P_{AE} \right) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Pour un taux:

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0{,}03$$

la valeur P_{AE} peut être vérifiée par l'autorité technique responsable en matière de réception.

▼B

►M3 ►C1 3.2. ◄ ◄ **Préparation des filtres d'échantillonnage**

Une heure au moins avant l'essai, mettre chaque filtre (paire de filtres) dans un récipient Petri fermé mais non scellé, et placer celui-ci dans la chambre de pesée afin de stabiliser le filtre. À la fin de la période de stabilisation, peser chaque filtre/paire et enregistrer le poids de la tare. Le filtre/la paire est alors stocké(e) dans un récipient Petri fermé ou dans un porte-filtre jusqu'au moment de l'essai. Si le filtre/la paire n'est pas utilisé(e) dans les huit heures qui suivent son retrait de la chambre de pesée, il (elle) devra être pesé(e) à nouveau avant d'être utilisé(e).

►M3 ►C1 3.3. ◄ ◄ **Installation du matériel de mesure**

L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être mis en place selon les instructions. Lorsqu'on utilise un système de dilution des gaz d'échappement en circuit principal, le système doit être relié à l'extrémité du tuyau.

►M3 ►C1 3.4. ◄ ◄ **Mise en marche du système de dilution et du moteur**

Le système de dilution et le moteur doivent être mis en marche et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et les pressions soient stabilisées à pleine charge et au régime nominal (point 3.6.2).

▼M3
▼C1

3.5. **Réglage du taux de dilution**

Le système de prélèvement d'échantillons de particules doit être mis en marche et équipé d'un dispositif de dérivation pour la méthode à filtre unique (facultatif pour la méthode à filtres multiples). La concentration de fond de particules dans l'air de dilution peut être déterminée en faisant passer cet air à travers les filtres à particules. Si on utilise de l'air de dilution filtré, il suffit de procéder à une seule mesure avant, pendant ou après l'essai. Si l'air de dilution n'est pas filtré, la mesure doit être effectuée sur un échantillon prélevé pendant la durée de l'essai.

La température de l'air de dilution à l'entrée du filtre doit se situer entre 315 K (42 °C) et 325 K (52 °C) dans chaque mode. Le taux de dilution total ne doit pas être inférieur à 4.

Note: Pour la procédure en modes stabilisés, la température du filtre peut être maintenue à la température maximale de 325 K (52 °C) ou à une température inférieure, au lieu de respecter la gamme de températures de 42 à 52 °C.

Pour les méthodes à filtre unique et à filtres multiples, le débit massique de l'échantillon à travers le filtre doit représenter une proportion constante du débit massique des gaz d'échappement dilués pour les systèmes de dilution en circuit principal et dans tous les modes. Ce rapport de masse doit être maintenu à ± 5 % par rapport à la valeur moyenne du mode, sauf pendant les dix premières secondes de chaque mode pour les systèmes non dotés d'un dispositif de dérivation. Dans le cas des systèmes de dilution en circuit partiel, le débit massique à travers le filtre doit être maintenu à ± 5 % par rapport à la valeur moyenne du mode, sauf pendant les dix premières secondes de chaque mode pour les systèmes non dotés d'un dispositif de dérivation.

▼C1

Pour les systèmes avec mesure des concentrations de CO_2 ou de NO_x, la teneur de l'air de dilution en CO_2 ou NO_x doit être mesurée au début et à la fin de chaque essai. L'écart entre les concentrations ambiantes de CO_2 ou de NO_x dans l'air de dilution, avant et après l'essai, ne doit pas être supérieur à, respectivement, 100 ppm ou 5 ppm.

Lorsqu'on utilise un système d'analyse des gaz d'échappement dilués, les concentrations de fond à prendre en compte sont déterminées en prélevant de l'air de dilution dans un sac de prélèvement pendant toute la durée de l'essai.

La mesure de la concentration de fond en continu (sans sac de prélèvement) peut être effectuée en trois points au moins — au début, à la fin et vers le milieu du cycle. On établit ensuite la moyenne des chiffres obtenus. On peut s'abstenir de mesurer la concentration de fond si le constructeur le demande.

▼B

►M3 ►C1 3.6. ◄ ◄ **Vérification des analyseurs**

Les analyseurs d'émissions doivent être mis à zéro et étalonnés.

►M3 ►C1 3.7. ◄ ◄ **Cycle d'essai**

▼M6

3.7.1. Spécification des équipements conformément à l'annexe I, section 1, point a):

3.7.1.1. Spécification A

Pour les moteurs indiqués à la section 1, points a) i) et iv), de l'annexe I, le cycle suivant de 8 modes ([1]) doit être exécuté avec le moteur d'essai sur le dynamomètre:

Mode numéro	Régime du moteur (en tr/min)	Taux de charge (en %)	Facteur de pondération
1	Régime nominal ou de référence (*)	100	0,15
2	Régime nominal ou de référence (*)	75	0,15
3	Régime nominal ou de référence (*)	50	0,15
4	Régime nominal ou de référence (*)	10	0,10
5	►C2 Régime intermédiaire ◄	100	0,10
6	►C2 Régime intermédiaire ◄	75	0,10
7	►C2 Régime intermédiaire ◄	50	0,10
8	Ralenti	—	0,15

(*) Le régime de référence est défini au point 4.3.1 de l'annexe III.

([1]) Identique au cycle C1 décrit au point 8.3.1.1 de la norme ISO 8178-4:2007 (version corrigée du 1.7.2008).

▼M6

3.7.1.2. Spécification B

Pour les moteurs indiqués à la section 1, point a) ii), de l'annexe I, le cycle suivant de 5 modes ([1]) doit être exécuté avec le moteur d'essai sur le dynamomètre:

Mode numéro	Régime du moteur (en tr/min)	Taux de charge (en %)	Facteur de pondération
1	Régime nominal	100	0,05
2	Régime nominal	75	0,25
3	Régime nominal	50	0,30
4	Régime nominal	25	0,30
5	Régime nominal	10	0,10

Les taux de charge sont les valeurs en pourcentage du couple correspondant à la puissance pour le service de base, définie comme étant la puissance maximale disponible au cours d'une séquence d'exploitation variable, dont la durée peut atteindre un nombre d'heures illimité par an, entre des entretiens dont la fréquence est déclarée et dans les conditions ambiantes déclarées, l'entretien étant effectué selon les prescriptions du constructeur.

3.7.1.3. Spécification C

Pour les moteurs de propulsion ([2]) destinés aux bateaux de la navigation intérieure, la procédure d'essai ISO prescrite par la norme ISO 8178-4:2002 et par l'annexe VI (Code NO_x) de la convention Marpol 73/78 de l'OMI est appliquée.

Les moteurs de propulsion fonctionnant sur une courbe d'hélice à pas fixe sont testés sur un dynamomètre, en utilisant le cycle suivant de 4 modes en régimes stabilisés ([3]) élaboré pour être représentatif du fonctionnement des moteurs diesel marins commerciaux dans des conditions normales de fonctionnement:

Mode numéro	Régime du moteur (en tr/min)	Taux de charge (en %)	Facteur de pondération
1	100 % (Régime nominal)	100	0,20
2	91 %	75	0,50
3	80 %	50	0,15
4	63 %	25	0,15

Les moteurs de propulsion à vitesse fixe destinés aux bateaux de la navigation intérieure, fonctionnant avec des hélices à pas variable ou couplées électriquement, sont testés sur un dynamomètre, en utilisant le cycle suivant de 4 modes en régimes stabilisés ([4]), caractérisé par les mêmes taux de charge et facteurs de pondération que le cycle ci dessus, mais en faisant fonctionner le moteur en régime nominal dans chaque mode:

([1]) Identique au cycle D2 décrit au point 8.4.1 de la norme ISO 8178-4:2002(E).

([2]) Les moteurs auxiliaires à vitesse constante doivent être certifiés en utilisant le cycle de fonctionnement ISO D2, c'est à dire le cycle de 5 modes en régimes stabilisés spécifié au point 3.7.1.2, tandis que les moteurs auxiliaires à vitesse variable doivent être certifiés en utilisant le cycle de fonctionnement ISO C1, c'est-à-dire le cycle de 8 modes en régimes stabilisés spécifié au point 3.7.1.1.

([3]) Identique au cycle E3 décrit aux points 8.5.1, 8.5.2 et 8.5.3 de la norme ISO 8178-4:2002(E). Les quatre modes reposent sur une courbe d'hélice moyenne fondée sur des mesures en cours d'utilisation.

([4]) Identique au cycle E2 décrit aux points 8.5.1, 8.5.2 et 8.5.3 de la norme ISO 8178-4:2002(E).

▼M6

Mode numéro	Régime du moteur (en tr/min)	Taux de charge (en %)	Facteur de pondération
1	Régime nominal	100	0,20
2	Régime nominal	75	0,50
3	Régime nominal	50	0,15
4	Régime nominal	25	0,15

3.7.1.4. Spécification D

Pour les moteurs indiqués à la section 1, point a) v), de l'annexe I, le cycle suivant de 3 modes ([1]) doit être exécuté avec le moteur d'essai sur le dynamomètre:

Mode numéro	Régime du moteur (en tr/min)	Taux de charge (en %)	Facteur de pondération
1	Régime nominal	100	0,25
2	Régime intermédiaire	50	0,15
3	Ralenti	—	0,60

▼B

►M3 ►C1 3.7.2. ◄ ◄ *Conditionnement du moteur*

Le moteur et le système doivent être mis en température au réglage et au couple maximaux afin de stabiliser les paramètres du moteur conformément aux recommandations du constructeur.

Note: La période de conditionnement devrait également permettre d'éliminer l'influence des dépôts qui ont pu se former dans le système d'échappement à la suite d'un autre essai. Une période de stabilisation entre les points d'essai a également été prescrite pour réduire au minimum les influences que ces derniers pourraient avoir l'un sur autre.

▼M2

►M3 ►C1 3.7.3. ◄ ◄ *Déroulement des essais*

▼M3
▼C1

On commence l'exécution de l'essai. Ce dernier doit être effectué en suivant l'ordre des modes tel qu'il a été défini ci-dessus pour les cycles d'essai.

Pendant chaque mode du cycle d'essai donné, après la période initiale de transition, le régime indiqué est maintenu à ± 1 % du régime nominal, ou ± 3 mn-1, le plus grand de ces écarts étant retenu, sauf lorsque le moteur est au ralenti, où il faudra respecter les tolérances indiquées par le constructeur. Le couple indiqué doit être maintenu de façon à ce que la moyenne des mesures effectuées au cours de la période ne dépasse pas ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

Dix minutes au moins sont nécessaires pour chaque point de mesure. Si, pour l'essai d'un moteur, des temps d'échantillonnage plus longs sont nécessaires afin de recueillir une masse suffisante de particules sur le filtre de mesure, la durée de ce mode d'essai peut être prolongée selon les besoins.

La durée du mode doit être enregistrée et signalée.

([1]) Identique au cycle F de la norme ISO 8178-4:2002(E).

▼C1

Les concentrations des émissions de gaz d'échappement doivent être mesurées et enregistrées pendant les trois dernières minutes du mode.

L'échantillonnage des particules et la mesure des émissions de gaz ne doivent pas commencer avant que la stabilisation du moteur, définie par le constructeur, soit achevée et ils doivent se terminer en même temps.

La température du carburant doit être mesurée à l'entrée de la pompe d'injection ou en suivant les instructions du constructeur, et le lieu où la mesure a été effectuée doit être enregistré.

▼B

►M3 ►C1 3.7.4. ◄ ◄ *Données fournies par les analyseurs*

Les données fournies par les analyseurs doivent être enregistrées au moyen d'un enregistreur à bande ou mesurées à l'aide d'un système d'acquisition de données équivalent, et les gaz d'échappement doivent passer à travers les analyseurs au moins pendant les trois dernières minutes de chaque mode. Si des filtres à sacs sont utilisés pour mesurer le CO et le CO_2 dilués (appendice 1 point 1.4.4), un échantillon doit être recueilli au cours des trois dernières minutes de chaque mode, puis analysé, et les résultats de l'analyse doivent être enregistrés.

►M3 ►C1 3.7.5. ◄ ◄ *Échantillonnage des particules*

L'échantillonnage des particules peut se faire en utilisant la méthode du filtre unique ou la méthode des filtres multiples (appendice 1 point 1.5). Les résultats pouvant varier légèrement en fonction des méthodes, celle utilisée doit être indiquée avec les résultats.

Pour la méthode du filtre unique, il doit être tenu compte, pendant l'échantillonnage, des facteurs modaux de pondération indiqués dans la procédure du cycle d'essai en réglant le débit de l'échantillon ou le temps d'échantillonnage en conséquence.

Le prélèvement doit être effectué le plus tard possible au cours de chaque mode. Le temps d'échantillonnage par mode doit être d'au moins 20 secondes pour la méthode du filtre unique et d'au moins 60 secondes pour la méthode des filtres multiples. Pour les systèmes non dotés d'un dispositif de dérivation, le temps d'échantillonnage par mode doit être d'au moins 60 secondes pour les méthodes du filtre unique et des filtres multiples.

►M3 ►C1 3.7.6. ◄ ◄ *Paramètres concernant le moteur*

Le régime et la charge du moteur, la température de l'air d'admission, le débit de carburant et le débit d'air ou de gaz d'échappement doivent être mesurés pour chaque mode une fois le moteur stabilisé.

S'il n'est pas possible de mesurer le débit de gaz d'échappement ou la consommation d'air de combustion et de carburant, ces paramètres peuvent être calculés en utilisant la méthode de l'équivalent-carbone et oxygène (appendice 1 point 1.2.3).

Toute autre donnée requise pour le calcul doit être enregistrée (appendice 3 points 1.1 et 1.2).

►M3 ►C1 3.8. ◄ ◄ **Revérification des analyseurs**

Après l'essai d'émission, un gaz de mise à zéro et le même gaz d'étalonnage sont utilisés pour une nouvelle vérification. L'essai est jugé acceptable si l'écart entre les deux mesures est inférieur à 2 %.

▼M3
▼C1

4. EXÉCUTION DE L'ESSAI (ESSAI NRTC)

4.1. **Introduction**

Dans l'annexe III, appendice 4, l'essai NRTC est décrit comme une séquence seconde par seconde de valeurs de régime et de couple normalisées applicables à tous les moteurs Diesel couverts par la directive. Pour exécuter l'essai dans une chambre d'essai de moteurs, les valeurs normalisées sont converties en valeurs réelles pour le moteur à l'essai, sur la base de sa courbe de cartographie. Cette conversion est appelée dénormalisation et le cycle d'essai qui en résulte est appelé cycle de référence du moteur à essayer. Avec ces valeurs de régime et de couple de référence, le cycle est exécuté dans la chambre d'essai et les valeurs de réaction du régime et du couple sont enregistrées. Afin de valider l'essai, une analyse de régression des valeurs de référence et de réaction du régime et du couple est effectuée à la fin de l'essai.

4.1.1. L'utilisation d'un dispositif d'invalidation ou le recours à une stratégie irrationnelle de contrôle des émissions sont interdits.

4.2. **Procédure de réalisation de la cartographie du moteur**

Lors de l'exécution du NRTC dans la chambre d'essai, une cartographie du moteur est réalisée avant l'exécution du cycle d'essai afin de déterminer la courbe régime/couple.

4.2.1. *Détermination de la gamme de régimes de la cartographie*

Les régimes de cartographie minimal et maximal sont définis comme suit.

Régime de cartographie minimal = régime 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 (où n_{sup} est le régime supérieur, défini comme le régime le plus élevé du moteur auquel 70 % de la puissance nominale sont fournis).

4.2.2. *Courbe de cartographie 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 selon les procédures suivantes.

4.2.2.1. Cartographie transitoire

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'au moins un point par seconde.

▼C1

4.2.2.2. Cartographie progressive

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) tout en maintenant la pleine charge, le régime de cartographie minimal est maintenu pendant au moins quinze secondes, et le couple moyen au cours des cinq dernières secondes est enregistré. La courbe de couple maximal entre les régimes de cartographie minimal et maximal est déterminée avec des augmentations du régime qui ne dépassent pas 100 ± 20 tr/min. Chaque point d'essai est maintenu pendant au moins quinze secondes, et le couple moyen au cours des cinq dernières secondes est enregistré.

4.2.3. *Élaboration de la courbe de cartographie*

Tous les points de données enregistrés au point 4.2.2 sont reliés par interpolation linéaire. La courbe de couple résultante constitue la courbe de cartographie et sert à convertir les valeurs de couple normalisées de la programmation du dynamomètre (annexe III, appendice 4) en valeurs de couple effectives pour le cycle d'essai, comme décrit au point 4.3.3.

4.2.4. *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 les parties concernées en même temps que la justification de leur emploi. En aucun cas, la courbe de couple ne pourra cependant être obtenue à partir de vitesses décroissantes pour des moteurs à régulateur ou à turbocompresseur.

4.2.5. *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 ses performances.

4.3. **Élaboration du cycle d'essai de référence**

▼M6

4.3.1. *Régime de référence:*

Le régime de référence $_{ref}$ correspond aux valeurs de régime à 100 % spécifiées dans la programmation du dynamomètre (annexe III, appendice 4). Le cycle effectif du moteur résultant de la dénormalisation dépend dans une large mesure du choix du régime de référence approprié. Le régime de référence est défini par la formule suivante:

▼M6

n_{ref}= régime inférieur + 0,95 × (régime supérieur - régime inférieur)

(Le régime supérieur est le régime le plus élevé du moteur auquel 70 % de la puissance nominale sont fournis, alors que le régime inférieur est le régime le plus bas du moteur auquel 50 % de la puissance nominale sont fournis.)

Si le régime de référence mesuré s'écarte de ± 3 % du régime de référence déclaré par le constructeur, le régime de référence déclaré peut être utilisé pour l'essai de mesure des émissions. Si cette tolérance est dépassée, le régime de référence mesuré est utilisé pour l'essai de mesure des émissions ([1]).

▼C1

4.3.2. *Dénormalisation du régime du moteur*

Le régime est dénormalisé en appliquant la formule suivante:

$$\text{Régime effectif} = \frac{\%\text{régime} \times (\text{régime de référence} - \text{régime de ralenti})}{100} + \text{régime de ralenti}$$

4.3.3. *Dénormalisation du couple du moteur*

Les valeurs de couple dans la programmation du dynamomètre (annexe III, appendice 4) sont normalisées jusqu'au couple maximal au régime correspondant. Les valeurs de couple du cycle de référence comme suit à l'aide de la courbe de cartographie calculée conformément au point 4.2.2:

$$\text{Couple effectif} = \frac{\%\ \text{couple} \times \text{couple max.}}{100} \quad (5)$$

pour le régime effectif correspondant tel qu'il est déterminé au point 4.3.2.

4.3.4. *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:

$$\text{régime effectif} = \frac{43 \times (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ tr/min}$$

Avec le couple maximal de 700 Nm observé sur la courbe de cartographie à 1 288 tr/min

$$\text{couple effectif} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

([1]) Ces valeurs sont conformes à la norme ISO 8178-11:2006

▼C1

4.4. **Dynamomètre**

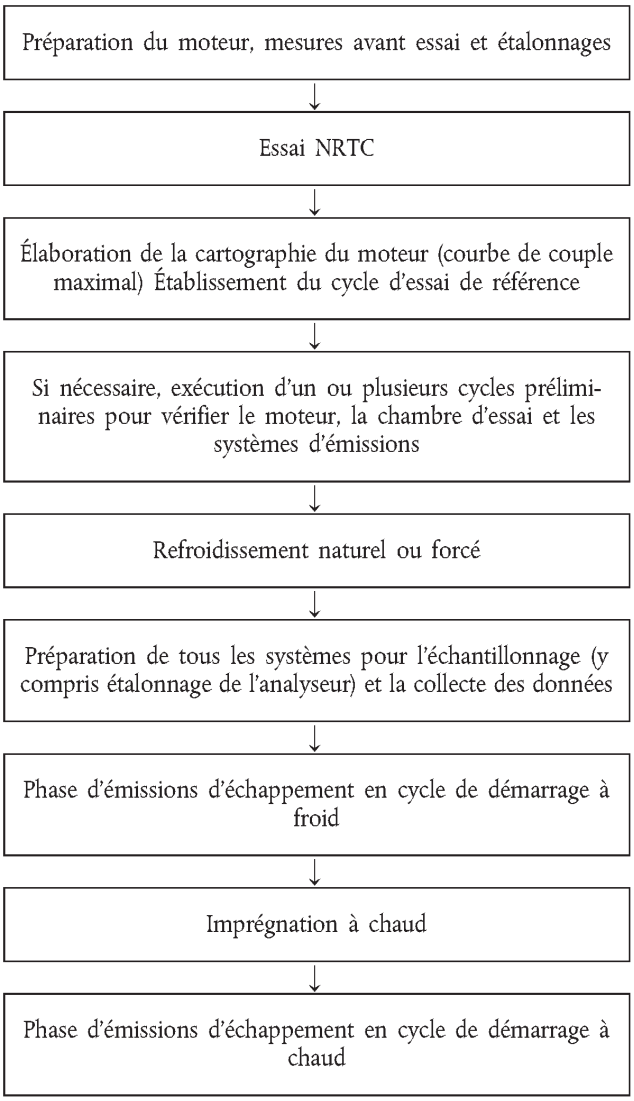
4.4.1. En cas d'utilisation d'une cellule dynamométrique, le signal de couple est transféré sur l'axe du moteur et l'inertie du dynamomètre doit être prise en considération. Le couple effectif du moteur est la somme du couple relevé sur la cellule dynamométrique et du moment d'inertie du frein, multipliée par l'accélération angulaire. Le système de commande doit effectuer ce calcul en temps réel.

4.4.2. Si l'essai du moteur est effectué à l'aide d'un dynamomètre à courant de Foucault, le nombre de points où la différence $T_{sp} - 2 \times \pi \times \dot{n}_{sp} \times \Theta_D$ est inférieure à – 5 % du couple maximal ne devrait pas être supérieur à 30 (où T_{sp} est le couple requis, $\dot{n}_{sp}$ est la dérivée du régime du moteur et Θ_D Θ_D est l'inertie de rotation du dynamomètre).

▼M6

4.5. **Exécution de l'essai de mesure des émissions**

Le diagramme ci dessous décrit les différentes séquences de l'essai:



▼M6

Avant le cycle de mesure, un ou plusieurs cycles préliminaires peuvent être exécutés, si nécessaire, pour vérifier le moteur, la chambre d'essai et les systèmes d'émission.

4.5.1. *Préparation des filtres d'échantillonnage*

Une heure au moins avant l'essai, chaque filtre est mis dans une boîte de Petri protégée contre la poussière mais permettant les échanges d'air, et celle ci est placée dans une chambre de pesée afin de stabiliser le filtre. À la fin de la période de stabilisation, chaque filtre est pesé et le poids est enregistré. Le filtre est alors stocké dans une boîte de Petri fermée ou dans un porte-filtre jusqu'au moment de l'essai. Le filtre doit être utilisé dans les huit heures après sa sortie de la chambre de pesée. La tare est enregistrée.

4.5.2. *Installation du matériel de mesure*

L'appareillage et les sondes de prélèvement sont mis en place selon les instructions. En cas d'utilisation d'un système de dilution en circuit principal, le tuyau arrière d'échappement doit être connecté à ce système.

4.5.3. *Mise en marche du système de dilution*

Le système de dilution est mis en marche. Le débit total de gaz d'échappement dilués d'un système de dilution en circuit principal ou le débit de gaz d'échappement dilués dans un système de dilution en circuit partiel est réglé de manière à éliminer la condensation d'eau dans le système et à obtenir une température de 315 K (42 °C) à 325 K (52 °C) à la section d'entrée du filtre.

4.5.4. *Mise en marche du système d'échantillonnage des particules*

Le système d'échantillonnage des particules est mis en marche et fonctionne en dérivation. La concentration de fond des particules dans l'air de dilution peut être déterminée en échantillonnant l'air de dilution avant l'entrée des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution. Il est préférable de prélever l'échantillon de particules de fond pendant le cycle transitoire si un autre système d'échantillonnage des particules est utilisé. Sinon, le système utilisé pour le prélèvement de particules dans le cycle en régime transitoire peut être utilisé. Si de l'air de dilution filtré au préalable est utilisé, il est possible d'effectuer une mesure avant ou après l'essai. Si l'air de dilution n'est pas filtré, une mesure est effectuée avant le début et après la fin du cycle et la moyenne des valeurs est établie.

4.5.5. *Vérification des analyseurs*

Les analyseurs d'émissions sont mis à zéro et étalonnés. Si des sacs de prélèvement sont utilisés, ils doivent être vidés.

4.5.6. *Prescriptions en matière de refroidissement*

Une méthode de refroidissement naturel ou forcé peut être utilisée. Pour un refroidissement forcé, un système reposant sur une bonne appréciation technique sera utilisé, comme le soufflage d'air de refroidissement dans le moteur, la circulation d'huile froide dans le circuit de lubrification du moteur, le refroidissement du liquide de refroidissement dans le circuit du moteur et l'extraction de la chaleur d'un système de post traitement des gaz d'échappement. Dans le cas d'un refroidissement forcé du système de post traitement, l'air de refroidissement ne doit pas être appliqué avant que la température de ce système ne soit descendue en dessous de sa température d'activation catalytique. Toute méthode de refroidissement donnant des résultats d'émissions non représentatifs n'est pas admise.

▼M6

L'essai de mesure des émissions d'échappement en cycle de démarrage à froid ne peut commencer après un refroidissement que lorsque les températures de l'huile moteur, du liquide de refroidissement et du système de post-traitement se sont stabilisées entre 20 °C et 30 °C pendant une période minimale de quinze minutes.

4.5.7. *Exécution du cycle*

4.5.7.1. Cycle de démarrage à froid

La séquence d'essai commence par le cycle de démarrage à froid dès que le refroidissement est achevé et lorsque toutes les prescriptions visées au point 4.5.6 sont respectées.

Le moteur 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.

Dès que le moteur est démarré, un compteur de «ralenti à vide»est déclenché. Le moteur tourne alors librement au ralenti sans charge pendant 23 ± 1 s. Le cycle en régime transitoire est lancé de manière à ce que le premier enregistrement hors ralenti du cycle intervienne à 23 ± 1 s. La période de ralenti à vide est incluse dans les 23 ± 1 s.

L'essai est exécuté conformément au cycle de référence défini à l'annexe III, appendice 4. Les points de réglage qui déterminent le régime et le couple du moteur sont sortis à 5 Hz (10 Hz recommandés) minimum. Les points de réglage sont calculés par interpolation linéaire entre les points de réglage à 1 Hz du cycle de référence. Le régime et le couple effectifs du moteur sont enregistrés au moins une fois par seconde durant le cycle d'essai et les signaux peuvent être filtrés par voie électronique.

4.5.7.2. Réponse des analyseurs

L'équipement de mesure doit être démarré en même temps que le moteur:

— début de la collecte ou de l'analyse de l'air de dilution, si un système de dilution en circuit principal est utilisé,

— début de la collecte ou de l'analyse des gaz d'échappement bruts ou dilués, selon la méthode utilisée,

— début de la mesure de la quantité de gaz d'échappement dilués ainsi que des températures et des pressions requises,

— début de l'enregistrement du débit massique des gaz d'échappement en cas d'analyse des gaz d'échappement bruts,

— début de l'enregistrement des données de réaction du régime et du couple du dynamomètre.

Dans le cas de la mesure des gaz d'échappement bruts, les concentrations des émissions (HC, CO et NO_x) et le débit massique des gaz d'échappement sont mesurés en continu et stockés dans un ordinateur à une fréquence d'au moins 2 Hz. Toutes les autres données peuvent être enregistrées à une fréquence d'au moins 1 Hz. 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.

▼**M6**

Si un système de dilution en circuit principal est utilisé, les hydrocarbures (HC) et les NO_x sont mesurés en continu dans le tunnel de dilution à une fréquence d'au moins 2 Hz. Les concentrations moyennes sont calculées en intégrant les signaux de l'analyseur sur toute la durée 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/du cycle d'essai. Les quantités de CO et de CO_2 sont calculées en intégrant ou en analysant les concentrations du sac de prélèvement collecté durant le cycle. Les concentrations de gaz polluants dans l'air de dilution sont calculées par intégration ou par analyse de l'air de dilution collecté dans un sac de prélèvement. Tous les autres paramètres devant être mesurés sont enregistrés à raison d'une mesure par seconde (1 Hz) minimum.

4.5.7.3. Prélèvement de particules

Le système de prélèvement de particules est commuté du mode de dérivation en mode de collecte des particules dès le démarrage du moteur.

Si un système de dilution en circuit partiel est utilisé, 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 reste proportionnel au débit massique de gaz d'échappement

Si un système de dilution en circuit principal est utilisé, 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 située 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 particules ne varie pas de plus de ± 5 % par rapport à sa valeur réglée (à l'exception des dix premières secondes du prélèvement).

NOTE: 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.

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.

4.5.7.4. Calage du moteur pendant le cycle de démarrage à froid

Si le moteur cale à un moment quelconque du cycle d'essai de démarrage à froid, il doit être conditionné, puis la procédure de refroidissement doit être répétée; enfin, le moteur doit être redémarré et l'essai recommencé. L'essai est annulé lors d'une défaillance d'un des équipements d'essai requis durant le cycle d'essai.

▼M6

4.5.7.5. Opérations après le cycle de démarrage à froid

Au terme du cycle de démarrage à froid de l'essai, la mesure du débit volumique de gaz d'échappement, le 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, vingt 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.

Les filtres à particules sont ramenés dans la chambre de pesée une heure au plus tard après la fin de l'essai. Pendant au moins une heure avant d'être pesés, ils sont conditionnés dans une boîte de Petri protégée contre la poussière mais permettant les échanges d'air. Le poids brut des filtres est enregistré.

4.5.7.6. Imprégnation à chaud

Immédiatement après l'arrêt du moteur, le ou les ventilateurs de refroidissement du moteur, ainsi que la soufflante du système CVS, sont arrêtés, s'ils étaient utilisés (une alternative consiste à déconnecter le système d'échappement du CVS).

Il convient alors de laisser le moteur s'imprégner pendant 20 ± 1 minutes. Le moteur et le dynamomètre sont préparés pour l'essai de démarrage à chaud. Les sacs de prélèvement vidés sont connectés aux systèmes de collecte d'échantillons de gaz d'échappement dilués et d'air de dilution. Le système CVS est démarré (s'il est utilisé ou s'il n'est pas déjà en marche) ou le système d'échappement est connecté au CVS (s'il est déconnecté). Les pompes de prélèvement (à l'exception de la ou des pompes de prélèvement de particules), le ou les ventilateurs de refroidissement du moteur et le système de collecte de données sont ensuite mis en marche.

L'échangeur de chaleur du CSV (s'il est utilisé) et les composants chauffés de tout système d'échantillonnage en continu (le cas échéant) doivent être préchauffés à leurs températures de fonctionnement prescrites avant le début de l'essai.

Les débits de l'échantillon sont ajustés au débit souhaité et les dispositifs de mesure de débit des gaz du CSV sont mis à zéro. Un filtre à particules propre est installé avec précaution dans chacun des porte-filtres et les porte-filtres assemblés sont placés sur la ligne du flux de l'échantillon.

4.5.7.7. Cycle de démarrage à chaud

Dès que le moteur est démarré, un compteur de «ralenti à vide»est déclenché. Le moteur tourne alors librement au ralenti sans charge pendant 23 ± 1 s. Le cycle en mode transitoire est lancé de manière à ce que le premier enregistrement hors ralenti du cycle intervienne à 23 ± 1 s. La période de ralenti à vide est incluse dans les 23 ± 1 s.

▼M6

L'essai est exécuté conformément au cycle de référence défini à l'annexe III, appendice 4. Les points de réglage qui déterminent le régime et le couple du moteur sont sortis à 5 Hz (10 Hz recommandés) minimum. Les points de réglage sont calculés par interpolation linéaire entre les points de réglage à 1 Hz du cycle de référence. Le régime et le couple effectifs du moteur sont enregistrés au moins une fois par seconde durant le cycle d'essai et les signaux peuvent être filtrés par voie électronique.

La procédure décrite aux points 4.5.7.2 et 4.5.7.3 ci dessusest ensuite répétée.

4.5.7.8. Calage du moteur pendant le cycle de démarrage à chaud

Si le moteur cale à un moment quelconque du cycle de démarrage à chaud, il est possible de le couper, puis de le laisser se réimprégner pendant 20 minutes. Le cycle de démarrage à chaud peut alors être recommencé. Une seule réimprégnation à chaud et une seule répétition du cycle de démarrage à chaud sont autorisées.

4.5.7.9. Opérations après le cycle de démarrage à chaud

Au terme du cycle de démarrage à chaud, la mesure du débit volumique de gaz d'échappement, le 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, vingt 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.

Les filtres à particules sont ramenés dans la chambre de pesée une heure au plus tard après la fin de l'essai. Pendant au moins une heure avant d'être pesés, ils sont conditionnés dans une boîte de Petri protégée contre la poussière mais permettant les échanges d'air. Le poids brut des filtres est enregistré.

▼C1

4.6. **Vérification de l'exécution de l'essai**

4.6.1. *Décalage de données*

Afin de réduire au minimum 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.

▼C1

4.6.2. *Calcul du travail du cycle*

Le travail du cycle effectif $W_{eff.}$ (kWh) est calculé avec chaque paire enregistrée de valeurs de réaction de régime et de couple du moteur. Le travail du cycle effectif $W_{eff.}$ sert à effectuer une comparaison avec le travail du cycle de référence $W_{réf.}$ et à déterminer les émissions spécifiques aux freins. 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.

$W_{eff.}$ doit se situer entre – 15 % et + 5 % de $W_{réf.}$

4.6.3. *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 (tr/min), du couple (Nm) ou de la puissance (kW)

m = pente de la droite de régression

x = valeur de référence du régime (tr/min), du couple (Nm) ou de la puissance (kW)

b = ordonnée à l'origine de la droite de régression

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

Il est recommandé d'effectuer cette analyse à 1 Hz. Pour qu'un essai soit jugé valable, il doit satisfaire aux critères du tableau 1.

▼C1

Tableau 1 — Tolérances de la droite de régression

	Régime	Couple	Puissance
Erreur type de l'estimation (SE) de y sur x	Maximum 100 tr/min	Maximum 13 % de la cartographie de puissance au couple maximal du moteur	Maximum 8 % de la cartographie de puissance à la puissance maximale du moteur
Pente de la droite de régression, m	0,95 à 1,03	0,83 — 1,03	0,89 — 1,03
Coefficient de détermination, r^2	Minimum 0,9700	Minimum 0,8800	Minimum 0,9100
Ordonnée à l'origine de la droite de régression, b	± 50 tr/min	± 20 Nm ou ± 2 % du couple maximal, la plus grande de ces 2 valeurs étant retenue	± 4 kW ou ± 2 % de la puissance maximale, la plus grande de ces 2 valeurs étant retenue

Pour les besoins des analyses de régression uniquement, des points peuvent être effacés avant le calcul de régression lorsqu'ils sont indiqués dans le tableau 2. Toutefois, ces points ne peuvent pas être effacés pour le calcul du travail du cycle et des émissions. Un point de ralenti est défini comme un point ayant un couple de référence normalisé de 0 % et un régime de référence normalisé de 0 %. L'effacement de points peut s'appliquer à la totalité du cycle à une partie quelconque de celui-ci.

Tableau 2 — Points pouvant être effacés dans une analyse de régression (les points effacés doivent être précisés)

Condition	Points de régime, de couple torque et/ou de puissance pouvant être effacés dans les conditions figurant dans la colonne de gauche
24 (± 1) premières et 25 dernières secondes	Régime, couple et puissance
Pleine ouverture des gaz et valeur de réaction du couple < 95 % du couple de référence	Couple et/ou puissance
Pleine ouverture des gaz et valeur de réaction du régime < 95 % du régime de référence	Régime et/ou puissance
Gaz fermés, valeur de réaction du régime > régime de ralenti + 50 tr/min, et valeur de réaction du couple > 105 % du couple de référence	Couple et/ou puissance
Gaz fermés, valeur de réaction du régime ≤ régime de ralenti + 50 tr/min, et valeur de réaction du couple = couple de ralenti défini par le constructeur/mesuré ± 2 % du couple maximal	Régime et/ou puissance
Gaz fermés et valeur de réaction du régime > 105 % du régime de référence	Régime et/ou puissance

▼M3
▼C1

Appendice 1

MÉTHODES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

1. MÉTHODES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE (ESSAI NRSC)

Les gaz et particules émis par le moteur présenté aux essais sont mesurés par les méthodes décrites à l'annexe VI. Celles-ci définissent les systèmes d'analyse recommandés pour les émissions gazeuses (point 1.1) et les méthodes conseillées pour la dilution et l'échantillonnage des particules (point 1.2).

1.1. **Spécification concernant le dynamomètre**

On utilise un banc dynamométrique pour moteur dont les caractéristiques sont suffisantes pour permettre l'exécution du cycle d'essai prescrit à l'annexe III, point 3.7.1. Les appareils de mesure du couple et de la vitesse doivent permettre de mesurer la puissance dans les limites indiquées. Des calculs supplémentaires peuvent être nécessaires. La précision de ces instruments doit être telle que les tolérances maximales des chiffres indiqués au point 1.3 ne soient pas dépassées.

1.2. **Débit des gaz d'échappement**

Le débit des gaz d'échappement est défini par l'une des méthodes indiquées aux points 1.2.1 à 1.2.4.

1.2.1. *Méthode de mesure directe*

Mesure directe du débit des gaz d'échappement au moyen d'un débitmètre à venturi ou d'un appareil de mesure équivalent (pour plus de précisions, voir la norme ISO 5167:2000).

Note: La mesure directe du débit des gaz est une tâche délicate. Il convient de prendre des précautions pour éviter les erreurs de mesure qui entraîneraient des erreurs dans les valeurs d'émission.

1.2.2. *Méthode de mesure du débit d'air et de carburant*

Mesure du débit d'air et du débit de carburant

On utilise des débitmètres à air et à carburant ayant une précision conforme à celle définie au point 1.3.

Le débit des gaz d'échappement se calcule comme suit:

$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$ (masse d'échappement humide)

1.2.3. *Méthode de l'équivalent-carbone*

Calcul de la masse d'échappement d'après la consommation de carburant et les concentrations de gaz d'échappement par la méthode de l'équivalent-carbone (annexe III, appendice 3).

1.2.4. *Méthode de mesure d'un gaz marqueur*

Cette méthode consiste à 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 l'échantillon 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 un mètre ou trente fois le diamètre du tuyau d'échappement, la valeur la plus grande 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 marqueur à la concentration de référence lorsque le gaz marqueur est injecté en amont du moteur.

▼C1

Le débit du gaz marqueur est réglé de telle manière que la concentration du gaz marqueur au régime de ralenti du moteur, après mélange, devient inférieure à la pleine échelle de l'analyseur de gaz marqueur.

Le débit des gaz d'échappement se calcule comme suit:

$$G_{EXHW} = \frac{G_T \times \rho_{EXH}}{60 \times (conc_{mix} - conc_a)}$$

où:

G_{EXHW} = débit massique instantané des gaz d'échappement (en kg/s)

G_T = débit du gaz marqueur (en cm^3/min)

$conc_{mix}$ = concentration instantanée de gaz marqueur après mélange (en ppm)

ρ_{EXH} = densité des gaz d'échappement (en kg/m^3)

$conc_a$ = concentration de fond du gaz marqueur dans l'air d'admission (en ppm).

La concentration de fond du gaz marqueur ($conc_a$) peut être déterminée en établissant la moyenne de la concentration de fond mesurée immédiatement avant et après l'exécution de l'essai.

La concentration de fond peut être négligée si elle est inférieure à 1 % de la concentration du gaz marqueur après mélange ($conc_{mix.}$) au débit maximal des gaz d'échappement.

L'ensemble du système doit être conforme aux spécifications de précision pour le débit de gaz d'échappement et doit être étalonné conformément à l'appendice 2, point 1.11.2.

1.2.5. *Méthode de mesure du débit d'air et du rapport air/carburant*

Cette méthode consiste à 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:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda}\right)$$

$$A / F_{st} = 14{,}5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(0{,}45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}\right) \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4}\right)}{6{,}9078 \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

où:

A/Fst = rapport air/carburant stœchiométrique (en kg/kg)

λ = rapport air/carburant relatif

▼C1

$conc_{CO2}$ = concentration de CO_2 (conditions sèches) (en %)

$conc_{CO}$ = concentration de CO (conditions sèches) (en ppm)

$conc_{HC}$ = concentration de HC (conditions sèches) (en ppm).

Note: Le calcul repose sur un carburant Diesel ayant un rapport H/C de 1,8.

Le débitmètre d'air doit être conforme aux spécifications de précision indiquées au tableau 3; l'analyseur de CO_2 utilisé doit être conforme aux spécifications de la section 1.4.1, et l'ensemble du système doit être conforme aux spécifications de précision pour le débit des gaz d'échappement.

En option, la mesure du rapport air/carburant relatif 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 indiquées à la section 1.4.4.

1.2.6. *Débit total de gaz d'échappement dilués*

Si on utilise un système de dilution en circuit principal, le débit total des gaz d'échappement dilués (G_{TOTW}) est mesuré avec une PDP, un CFV ou un SSV (annexe VI, point 1.2.1.2). La précision doit être conforme aux dispositions de l'annexe III, appendice 2, point 2.2.

1.3. **Précision**

L'étalonnage de tous les instruments de mesure découle des normes nationales ou internationales et est conforme aux prescriptions du tableau 3.

Tableau 3 — Précision des instruments de mesure

Numéro	Instrument de mesure	Précision
1	Régime du moteur	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
2	Couple	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
3	Consommation de carburant	± 2 % de la valeur maximale du moteur
4	Consommation d'air	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
5	Débit de gaz d'échappement	± 2,5 % du relevé ou ± 1,5 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
6	Températures ≤ 600 K	± 2 K en valeur absolue
7	Températures > 600 K	± 1 % du relevé
8	Pression des gaz d'échappement	± 0,2 kPa en valeur absolue
9	Dépression à l'admission	± 0,05 kPa en valeur absolue
10	Pression atmosphérique	± 0,1 kPa en valeur absolue
11	Autres pressions	± 0,1 kPa en valeur absolue
12	Humidité absolue	± 5 % du relevé
13	Débit de l'air de dilution	± 2 % du relevé
14	Débit des gaz d'échappement dilués	± 2 % du relevé

▼C1

1.4. **Détermination des composants gazeux**

1.4.1. *Spécifications générales concernant les analyseurs*

Les analyseurs doivent pouvoir effectuer des mesures dans une plage correspondant à la précision exigée pour mesurer les concentrations de composants de gaz d'échappement (point 1.4.1.1). Il est recommandé d'utiliser les analyseurs de telle façon que la concentration mesurée se situe entre 15 et 100 % de la pleine échelle.

Les concentrations inférieures à 15 % de la pleine échelle sont aussi acceptables si la valeur de la pleine échelle est de 155 ppm (ou ppm C) ou moins, ou si on utilise des systèmes de relevés (ordinateurs, répertoires de données) qui donnent une précision suffisante et une résolution inférieure à 15 % de la pleine échelle. Dans ce cas, des étalonnages supplémentaires doivent être faits pour garantir l'exactitude des courbes d'étalonnage (annexe III, appendice 2, point 1.5.5.2).

La compatibilité électromagnétique (CEM) du matériel doit être d'un niveau propre à réduire au minimum les erreurs supplémentaires.

1.4.1.1. Erreur de mesure

L'analyseur ne doit pas s'écarter du point d'étalonnage nominal de plus de ± 2 % du relevé ou de ± 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue.

Note: Aux fins de la présente norme, la précision est définie comme étant l'écart entre le relevé de l'analyseur et les valeurs nominales d'étalonnage obtenues avec un gaz d'étalonnage (≡ valeur vraie).

1.4.1.2. Répétabilité

La répétabilité, définie comme étant égale à 2,5 fois l'écart type de dix réponses consécutives à un gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité donné, ne doit pas dépasser ± 1 % de la concentration à pleine échelle pour chaque plage utilisée audessus de 155 ppm (ou ppm C) ou ± 2 % de chaque plage utilisée au-dessous de 155 ppm (ou ppm C).

1.4.1.3. Bruit

La réponse crête à crête de l'analyseur à des gaz de mise à zéro et d'étalonnage ou de réglage de sensibilité sur une période quelconque de dix secondes ne doit pas dépasser 2 % de la pleine échelle sur toutes les plages utilisées.

1.4.1.4. Dérive du zéro

La dérive du zéro sur une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la plage la plus basse utilisée. La réponse zéro est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de mise à zéro dans un intervalle de temps de trente secondes.

1.4.1.5. Dérive d'étalonnage

La dérive d'étalonnage durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme inférieure utilisée. L'étalonnage est défini comme la différence entre la réponse d'étalonnage et la réponse du zéro. 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 trente secondes.

1.4.2. *Séchage des gaz*

Le dispositif facultatif utilisé pour sécher les gaz doit avoir un effet minimal 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.

▼C1

1.4.3. *Analyseurs*

Les points 1.4.3.1 à 1.4.3.5 du présent appendice indiquent les principes de mesure à utiliser. Une description détaillée des systèmes de mesure figure à l'annexe VI.

Les gaz à mesurer doivent être analysés au moyen des appareils décrits ci-après. L'utilisation de circuits de linéarisation est autorisée avec les analyseurs non linéaires.

1.4.3.1. Analyse du monoxyde de carbone (CO)

L'analyseur de monoxyde de carbone sera du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

1.4.3.2. Analyse du dioxyde de carbone (CO_2)

L'analyseur de gaz carbonique sera du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

1.4.3.3. Analyse des hydrocarbures (HC)

L'analyseur des hydrocarbures sera du type détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID), le détecteur, les vannes, la tuyauterie, etc., étant chauffés de façon à maintenir une température du gaz de 463 K (190 °C) ± 10 K.

1.4.3.4. Analyse des oxydes d'azote (NO_x)

L'analyseur des oxydes d'azote sera du type détecteur à chimiluminescence (CLD) ou détecteur à chimiluminescence chauffé (HCLD) avec un convertisseur NO_2/NO si la mesure est effectuée en conditions sèches. Si la mesure est faite en conditions humides, on utilise un appareil HCLD avec convertisseur maintenu audessus de 328 K (55 °C), à condition que la vérification de l'effet d'atténuation de l'eau (annexe III, appendice 2, point 1.9.2.2) ait été satisfaisante.

Pour les appareils CLD comme pour les appareils HCLD, le trajet des échantillons doit être maintenu à une température de paroi de 328 K à 473 K (55 à 200 °C) jusqu'au convertisseur pour la mesure en conditions sèches et jusqu'à l'analyseur pour la mesure en conditions humides.

1.4.4. *Mesure du rapport air/carburant*

L'appareillage de mesure du rapport air/carburant utilisé pour déterminer le débit de gaz d'échappement comme décrit au point 1.2.5 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.

La précision 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 de précision ci-dessus puissent être respectées, le capteur doit être étalonné selon les instructions du constructeur de l'instrument.

▼C1

1.4.5. *Échantillonnage des émissions gazeuses*

Les sondes d'échantillonnage des émissions gazeuses doivent être montées à une distance de 0,5 mètre au moins ou à trois fois le diamètre du tuyau d'échappement, la plus grande distance étant retenue, en amont de la sortie du système de gaz d'échappement, dans la mesure du possible et suffisamment près du moteur pour garantir une température des gaz d'échappement de 343 K (70 °C) au moins à la sonde.

Dans le cas d'un moteur multicylindre à collecteur d'échappement ramifié, l'entrée de la sonde doit être située suffisamment loin en aval pour garantir que l'échantillon est représentatif des émissions d'échappement moyennes de tous les cylindres. Pour les moteurs multicylindres équipés de groupes distincts de collecteurs, comme dans un moteur en V, il peut être toléré de prendre un échantillon de chaque groupe considéré individuellement et de calculer une émission d'échappement moyenne. On peut aussi recourir à d'autres méthodes dont la corrélation avec les méthodes précédentes a été prouvée. Le débit massique total de gaz d'échappement du moteur doit être utilisé pour calculer les émissions d'échappement.

Si la composition des gaz d'échappement est influencée par un système quelconque de post-traitement, l'échantillon de gaz d'échappement doit être pris en amont de ce dispositif pour les essais de la phase I et en aval de ce dispositif pour les essais de la phase II. Si on utilise un système de dilution en circuit principal pour la détermination des particules, on peut aussi déterminer les émissions gazeuses dans les gaz d'échappement dilués. Les sondes d'échantillonnage doivent être à proximité de la sonde d'échantillonnage de particules dans le tunnel de dilution (annexe VI, point 1.2.1.2. DT et point 1.2.2. PSP). Le CO et le CO_2 peuvent au choix être déterminés par échantillonnage dans un sac et une mesure ultérieure de la concentration dans le sac d'échantillonnage.

1.5. **Détermination des particules**

La détermination des particules nécessite un système de dilution. La dilution peut être obtenue par un système en circuit partiel ou un système en circuit principal. Le débit du système de dilution doit être suffisant pour éliminer complètement la condensation de l'eau dans les systèmes de dilution et d'échantillonnage et pour maintenir la température des gaz d'échappement dilués entre 315 K (42 °C) et 325K (52 °C), immédiatement en amont des porte-filtres. La déshumidification de l'air de dilution avant qu'il pénètre dans le système est autorisée si l'humidité de l'air est élevée. Le préchauffage de l'air de dilution au-delà de la température limite de 303 K (30 °C) est recommandé si la température ambiante est inférieure à 293 K (20 °C). La température de l'air dilué ne doit cependant pas dépasser 325K (52 °C) avant que l'échappement pénètre dans le tunnel de dilution.

Note: Pour la procédure en régimes stabilisés, la température du filtre peut être égale ou inférieure à la température maximale de 325 K (52 °C), au lieu de respecter la gamme de températures de 42 à 52 °C.

Dans un système de dilution en circuit partiel, la sonde d'échantillonnage de particules doit être montée à proximité et en amont de la sonde des gaz selon la définition du point 4.4 et conformément à l'annexe VI, point 1.2.1.1, figures 4 à 12 (EP et SP).

Le système de dilution en circuit partiel doit être conçu de façon à répartir le courant d'échappement en deux fractions, la plus petite étant diluée avec de l'air et utilisée ensuite pour mesurer les particules. Il est donc essentiel que le taux de dilution soit calculé très précisément. On peut appliquer différentes méthodes de répartition, le type de répartition utilisé imposant dans une grande mesure le matériel et les méthodes d'échantillonnage à employer (annexe VI, point 1.2.1.1).

▼C1

Pour déterminer la masse des particules, il faut disposer d'un système d'échantillonnage, de filtres pour le prélèvement des particules, d'une microbalance et d'une chambre de pesée à humidité contrôlée.

Deux méthodes peuvent être appliquées pour procéder à l'échantillonnage des particules:

— la méthode à filtre simple utilise une paire de filtres (point 1.5.1.3 du présent appendice) pour tous les modes du cycle d'essai. Il faudra faire très attention aux durées et aux débits d'échantillonnage pendant cette phase de l'essai. Une seule paire de filtres est toutefois nécessaire pour le cycle d'essai,

— la méthode à filtres multiples prévoit qu'une paire de filtres (point 1.5.1.3 du présent appendice) est utilisée pour chacun des modes du cycle d'essai. Cette méthode permet d'utiliser des méthodes d'échantillonnage plus souples mais nécessite davantage de filtres.

1.5.1. *Filtres pour le prélèvement des particules*

1.5.1.1. Spécification concernant les filtres

Les essais de réception nécessitent des filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone ou des filtres à membranes à base de fluorocarbone. Des matériaux différents peuvent être utilisés pour des applications spéciales. Tous les types de filtres doivent avoir une efficacité de prélèvement de 0,3 μm DOP (dioctylphtalate) d'au moins 99 % à une vitesse nominale du gaz comprise entre 35 et 80 cm/s. Des filtres de qualité identique doivent être utilisés pour exécuter des essais de corrélation entre laboratoires ou entre un constructeur et une autorité compétente en matière de réception.

1.5.1.2. Dimensions des filtres

Les filtres à particules doivent avoir un diamètre minimal de 47 mm (diamètre de la tache: 37 mm). On peut aussi se servir de filtres d'un diamètre supérieur (point1.5.1.5).

1.5.1.3. Filtres primaire et secondaire

Pendant l'essai, les gaz d'échappement dilués sont prélevés au moyen de deux filtres placés l'un après l'autre (un filtre primaire et un filtre secondaire). Le filtre secondaire ne doit pas être situé à plus de 100 mm en aval du premier ni être en contact avec celui-ci. Les filtres peuvent être pesés séparément ou ensemble en étant placés tache contre tache.

1.5.1.4. Vitesse nominale dans le filtre

Une vitesse nominale du gaz à travers le filtre de 35 à 100 cm/s doit être obtenue. La perte de pression entre le début et la fin de l'essai ne peut augmenter de plus de 25 kPa.

1.5.1.5. Charge du filtre

Les charges minimales recommandées pour les dimensions de filtres les plus courantes sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Pour des filtres plus grands, la charge minimale est de 0,065 mg/1 000 mm^2 de la surface du filtre.

Diamètre du filtre (mm)	Diamètre recommandé de la tache (mm)	Charge minimale recommandée (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

▼C1

Pour la méthode des filtres multiples, la charge minimale recommandée pour l'ensemble des filtres est égale au produit de la valeur correspondante par la racine carrée du nombre total de modes.

1.5.2. *Spécifications de la chambre de pesée et de la balance analytique*

1.5.2.1. État de la chambre de pesée

La température de la chambre (ou du local) dans laquelle (lequel) les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue à 295 K (22 °C) ± 3 K pendant toute la durée du conditionnement et de la pesée. L'humidité doit être maintenue à un point de rosée de 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K et l'humidité relative à 45 ± 8 %.

1.5.2.2. 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 différences dans les spécifications de la chambre de pesée indiquées au point 1.5.2.1 sont autorisées si leur durée ne dépasse pas trente minutes. La salle de pesée doit répondre aux spécifications requises avant que le personnel n'y entre. Deux filtres ou paires de filtres de référence vierges au moins doivent être pesés dans les quatre heures qui suivent la pesée des (paires de) filtres de prélèvement, mais de préférence en même temps. Ils doivent être de la même dimension et faits du même matériau que les filtres de prélèvement.

Dans le cas d'un écart dans le poids moyen des (paires de) filtres de référence entre les pesées de plus de 10 µg, 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 1.5.2.1 ne sont pas réunis mais que les pesées du filtre (de la paire de filtres) 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 de la salle de pesée et de refaire l'essai.

1.5.2.3. Balance analytique

La balance analytique servant à déterminer le poids de tous les filtres doit avoir une précision (écart type) de 2 µg et un pouvoir de résolution de 1 µg (1 chiffre = 1 µg) (selon les indications du constructeur de la balance).

1.5.2.4. 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 ou un dispositif ayant le même effet.

1.5.3. *Prescriptions additionnelles pour la mesure des particules*

Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement qui sont en contact avec des gaz d'échappement bruts et dilués, du tuyau d'échappement jusqu'au porte-filtre, doivent être conçus de façon à réduire au minimum le dépôt ou la modification des particules. Tous doivent être faits de matériaux conducteurs de l'électricité, qui ne réagissent pas aux composantes des gaz d'échappement, et être mis à la terre pour empêcher les effets électrostatiques.

▼C1

2. MÉTHODES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE (ESSAI NRTC)

2.1. **Introduction**

Les constituants gazeux émis par le moteur soumis aux essais sont mesurés par les méthodes décrites à l'annexe VI. Celles-ci définissent les systèmes d'analyse recommandés pour les émissions gazeuses (point 1.1), et les méthodes conseillées pour la dilution et l'échantillonnage des particules (point 1.2).

2.2. **Dynamomètre et équipement de la chambre d'essai**

L'équipement suivant est utilisé pour effectuer les essais de mesure des émissions des moteurs sur des dynamomètres pour moteurs.

2.2.1. *Dynamomètre pour moteurs*

On utilise un banc dynamométrique pour moteurs dont les caractéristiques sont suffisantes pour permettre l'exécution du cycle d'essai décrit à l'appendice 4 de la présente annexe. Les appareils de mesure du couple et du régime doivent permettre de mesurer la puissance dans les limites indiquées. Des calculs supplémentaires peuvent être nécessaires. La précision de ces instruments doit être telle que les tolérances maximales des chiffres indiqués au tableau 3 ne soient pas dépassées.

2.2.2. *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 3:

Tableau 3 — Précision des instruments de mesure

Numéro	Instrument de mesure	Précision
1	Régime du moteur	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
2	Couple	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
3	Consommation de carburant	± 2 % de la valeur maximale du moteur
4	Consommation d'air	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, la valeur la plus élevée étant retenue
5	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
6	Températures ≤ 600 K	± 2 K en valeur absolue
7	Températures > 600 K	± 1 % du relevé
8	Pression des gaz d'échappement	± 0,2 kPa en valeur absolue
9	Dépression à l'admission	± 0,05 kPa en valeur absolue
10	Pression atmosphérique	± 0,1 kPa en valeur absolue
11	Autres pressions	± 0,1 kPa en valeur absolue

▼C1

Numéro	Instrument de mesure	Précision
12	Humidité absolue	± 5 % du relevé
13	Débit de l'air de dilution	± 2 % du relevé
14	Débit des gaz d'échappement dilués	± 2 % du relevé

2.2.3. *Débit des gaz d'échappement bruts*

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement bruts et pour contrôler un système de dilution en circuit partiel, il faut connaître le débit massique des gaz d'échappement. Ce débit peut être déterminé par l'une des méthodes décrites ci-après.

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 à l'appendice 2, point 1.11.1.

Pour le contrôle d'un système de dilution en circuit partiel, un temps de réponse plus court est nécessaire. Dans le cas d'un système de dilution en circuit partiel 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 circuit partiel 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 constructeur 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 circuit partiel sont indiquées au point 2.4.

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 (pour les détails, voir ISO 5167:2000),

— 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 constructeur 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.

La précision des débitmètres doit être conforme aux prescriptions du tableau 3.

Méthode de mesure du débit d'air et de carburant

Il s'agit de mesurer le débit d'air et le débit de carburant à l'aide de débitmètres appropriés. Le débit instantané de gaz d'échappement se calcule comme suit:

$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$ (masse d'échappement humide)

La précision des débitmètres doit être conforme aux prescriptions du tableau 3, mais doit être suffisante aussi pour satisfaire aux exigences en matière de précision pour le débit de gaz d'échappement.

▼C1

Méthode de mesure d'un gaz marqueur

Il s'agit de mesurer la concentration d'un gaz marqueur dans l'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 l'échantillon 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 un mètre ou trente fois le diamètre du tuyau d'échappement, la valeur la plus grande 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 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, devient inférieure à la pleine échelle de l'analyseur de gaz marqueur.

Le débit des gaz d'échappement se calcule comme suit:

$$G_{EXHW} = \frac{G_{\mathrm{T}} \times \rho_{\mathrm{EXH}}}{60 \times \left(conc_{\mathrm{mix}} - conc_{a}\right)}$$

où:

G_{EXHW} = débit massique instantané des gaz d'échappement (en kg/s)

G_T = débit du gaz marqueur (en cm^3/min)

$conc_{\mathrm{mix}}$ = concentration instantanée de gaz marqueur après mélange (en ppm)

ρ_{EXH} = densité des gaz d'échappement (en kg/m^3)

$conc_a$ = concentration de fond de gaz marqueur dans l'air d'admission (en ppm)

La concentration de fond du gaz marqueur ($conc_a$) peut être déterminée en établissant la moyenne de la concentration de fond mesurée immédiatement avant et après l'exécution de l'essai.

La concentration de fond peut être négligée si elle est inférieure à 1 % de la concentration du gaz marqueur après mélange ($conc_{mix.}$) au débit maximal des gaz d'échappement.

L'ensemble du système doit être conforme aux spécifications de précision pour le débit de gaz d'échappement et doit être étalonné conformément à l'appendice 2, point 1.11.2.

▼C1

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:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda}\right)$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{2} - conc_{HC} \times 10^{-4}\right) + \left(0{,}45 \times \frac{1 - \frac{2 \times conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}{1 + \frac{conc_{CO} \times 10^{-4}}{3{,}5 \times conc_{CO2}}}\right) \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4}\right)}{6{,}9078 \times \left(conc_{CO2} + conc_{CO} \times 10^{-4} + conc_{HC} \times 10^{-4}\right)}$$

où:

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

λ = rapport air/carburant relatif

$conc_{CO2}$ = concentration de CO_2 (conditions sèches) (en %)

$conc_{CO}$ = concentration de CO (conditions sèches) (en ppm)

$conc_{HC}$ = concentration de HC (en ppm)

Note: Le calcul repose sur un carburant Diesel ayant un rapport H/C de 1,8.

Le débitmètre d'air doit être conforme aux spécifications de précision indiquées au tableau 3, l'analyseur de CO_2 utilisé doit être conforme aux spécifications du point 2.3.1 et l'ensemble du système doit être conforme aux spécifications de précision 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 indiquées au point 2.3.4.

2.2.4. *Débit des gaz d'échappement dilués*

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement dilués, il faut connaître le débit massique de ces gaz. Le débit total de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (kg/essai) est calculé à partir des valeurs de mesure collectées durant le cycle et des données d'étalonnage correspondantes du débitmètre (V_0 pour la PDV, K_V pour le CFV, C_d pour le SSV) à l'aide de la méthode correspondante décrite à l'appendice 3, point 2.2.1. Si la masse totale de l'échantillon de particules et de gaz polluants dépasse 0,5 % du débit total du système CVS, le débit du système CVS est corrigé ou le débit de l'échantillon de particules est ramené au système CVS avant le débitmètre.

▼C1

2.3. **Détermination des composants gazeux**

2.3.1. *Spécifications générales concernant les analyseurs*

Les analyseurs doivent pouvoir effectuer des mesures dans une plage correspondant à la précision exigée pour mesurer les concentrations de composants de gaz d'échappement (point 1.4.1.1). Il est recommandé d'utiliser les analyseurs de telle façon que la concentration mesurée se situe entre 15 et 100 % de la pleine échelle.

Les concentrations inférieures à 15 % de la pleine échelle sont aussi acceptables si la valeur de la pleine échelle est de 155 ppm (ou ppm C) ou moins ou si on utilise des systèmes de relevés (ordinateurs, répertoires de données) qui donnent une précision suffisante et une résolution inférieure à 15 % de la pleine échelle. Dans ce cas, des étalonnages supplémentaires doivent être faits pour garantir l'exactitude des courbes d'étalonnage (annexe III, appendice 2, point 1.5.5.2).

La compatibilité électromagnétique (CEM) du matériel doit être d'un niveau propre à réduire au minimum les erreurs supplémentaires.

2.3.1.1. Erreur de mesure

L'analyseur ne doit pas s'écarter du point d'étalonnage nominal de plus de ± 2 % du relevé ou de ± 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue.

Note: Aux fins de la présente norme, la précision est définie comme étant l'écart entre le relevé de l'analyseur et les valeurs nominales d'étalonnage obtenues avec un gaz d'étalonnage (≡ valeur vraie).

2.3.1.2. Répétabilité

La répétabilité, définie comme étant égale à 2,5 fois l'écart type de dix réponses consécutives 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-dessus de 155 ppm (ou ppm C) ou ± 2 % de chaque plage utilisée au-dessous de 155 ppm (ou ppm C).

2.3.1.3. Bruit

La réponse crête à crête de l'analyseur à des gaz de mise à zéro et d'étalonnage ou de réglage de sensibilité sur une période quelconque de dix secondes ne doit pas dépasser 2 % de la pleine échelle sur toutes les plages utilisées.

2.3.1.4. Dérive du zéro

La dérive du zéro sur une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la plage la plus basse utilisée. La réponse zéro est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de mise à zéro dans un intervalle de temps de trente secondes.

2.3.1.5. Dérive d'étalonnage

La dérive d'étalonnage durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme inférieure utilisée. L'étalonnage est défini comme la différence entre la réponse d'étalonnage et la réponse du zéro. 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 trente secondes.

2.3.1.6. Temps de montée

Pour l'analyse des gaz d'échappement bruts, le temps de montée de l'analyseur installé dans le système de mesure ne doit pas dépasser 2,5 secondes.

▼C1

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 sont 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 à l'appendice 2, point 1.11.1.

2.3.2. *Séchage des gaz*

Les mêmes spécifications que celles prescrites pour le cycle d'essai NRSC (point 1.4.2) s'appliquent, comme décrit ci-dessous.

Le dispositif facultatif utilisé pour sécher les gaz doit avoir un effet minimal 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.

2.3.3. *Analyseurs*

Les mêmes spécifications que celles prescrites pour le cycle d'essai NRSC (point 1.4.3) s'appliquent, comme décrit ci-dessous.

Les gaz à mesurer doivent être analysés au moyen des appareils décrits ci-après. L'utilisation de circuits de linéarisation est autorisée avec les analyseurs non linéaires.

2.3.3.1. Analyse du monoxyde de carbone (CO)

L'analyseur de monoxyde de carbone sera du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

2.3.3.2. Analyse du dioxyde de carbone (CO_2)

L'analyseur de gaz carbonique sera du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

2.3.3.3. Analyse des hydrocarbures (HC)

L'analyseur des hydrocarbures sera du type à détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID), le détecteur, les vannes, la tuyauterie, etc. étant chauffés de façon à maintenir une température du gaz de 463 K (190 °C) ± 10 K.

2.3.3.4. Analyse des oxydes d'azote (NO_x)

L'analyseur des oxydes d'azote sera du type détecteur à chimiluminescence (CLD) ou détecteur à chimiluminescence chauffé (HCLD) avec un convertisseur NO_2/NO si la mesure est effectuée en conditions sèches. Si la mesure est faite en conditions humides, on utilise un appareil HCLD avec convertisseur maintenu au-dessus de 328 K (55 °C), à condition que la vérification de l'effet d'atténuation de l'eau (annexe III, appendice 2, point 1.9.2.2) ait été satisfaisante.

Pour les appareils CLD comme pour les appareils HCLD, le trajet des échantillons doit être maintenu à une température de paroi de 328 à 473 K (55 à 200 °C) jusqu'au convertisseur pour la mesure en conditions sèches et jusqu'à l'analyseur pour la mesure en conditions humides.

2.3.4. *Mesure du rapport air/carburant*

L'appareillage de mesure du rapport air/carburant utilisé pour déterminer le débit de gaz d'échappement comme décrit au point 2.2.3 doit être un capteur à large plage de mesure ou une sonde lambda de type zircone.

▼C1

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.

La précision 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 de précision ci-dessus puissent être respectées, le capteur doit être étalonné selon les instructions du constructeur de l'instrument.

2.3.5. *Échantillonnage des émissions gazeuses*

2.3.5.1. Débit des gaz d'échappement bruts

Pour le calcul des émissions dans les gaz d'échappement bruts, les mêmes spécifications que celles prescrites pour le cycle d'essai NRSC (point 1.4.4) s'appliquent, comme décrit ci-dessous.

Les sondes d'échantillonnage des émissions gazeuses doivent être montées à une distance de 0,5 mètre au moins ou à trois fois le diamètre du tuyau d'échappement, la plus grande distance étant retenue, en amont de la sortie du système de gaz d'échappement, dans la mesure du possible et suffisamment près du moteur pour garantir une température des gaz d'échappement de 343 K (70 °C) au moins à la sonde.

Dans le cas d'un moteur multicylindre à collecteur d'échappement ramifié, l'entrée de la sonde doit être située suffisamment loin en aval pour garantir que l'échantillon est représentatif des émissions d'échappement moyennes de tous les cylindres. Pour les moteurs multicylindres équipés de groupes distincts de collecteurs comme dans un moteur en V, il peut être toléré de prendre un échantillon de chaque groupe considéré individuellement et de calculer une émission d'échappement moyenne. On peut aussi recourir à d'autres méthodes dont la corrélation avec les méthodes précédentes a été prouvée. Le débit massique total de gaz d'échappement du moteur doit être utilisé pour calculer les émissions d'échappement.

Si la composition des gaz d'échappement est influencée par un système quelconque de post-traitement, l'échantillon d'échappement doit être pris en amont de ce dispositif pour les essais de la phase I et en aval de ce dispositif pour les essais de la phase II.

2.3.5.2. Débit des gaz d'échappement dilués

Si un système de dilution en circuit principal est utilisé, les spécifications suivantes s'appliquent.

Le tuyau d'échappement placé entre le moteur et le système de dilution en circuit principal est conforme aux exigences de l'annexe VI.

La ou les sondes de prélèvement des émissions gazeuses 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,

— les polluants sont prélevés en continu et intégrés durant tout le cycle; cette méthode est obligatoire pour les HC et les NO_x.

▼C1

Les échantillons de concentration de fond sont prélevés en amont du tunnel de dilution dans un sac de prélèvement et la concentration de fond est soustraite de la concentration des émissions conformément à l'appendice 3, point 2.2.3.

2.4. **Détermination des particules**

La détermination des particules nécessite un système de dilution. La dilution peut être obtenue par un système en circuit partiel ou un système en circuit principal. Le débit du système de dilution doit être suffisant pour éliminer complètement la condensation de l'eau dans les systèmes de dilution et d'échantillonnage et pour maintenir la température des gaz d'échappement dilués entre 315 K (42 °C) et 325 K (52 °C), immédiatement en amont des porte-filtres. La déshumidification de l'air de dilution avant qu'il pénètre dans le système est autorisée si l'humidité de l'air est élevée. Le préchauffage de l'air de dilution au-delà de la température limite de 303 K (30 °C) est recommandé si la température ambiante est inférieure à 293 K (20 °C). La température de l'air dilué ne doit cependant pas dépasser 325 K (52 °C) avant que l'échappement pénètre dans le tunnel de dilution.

La sonde de prélèvement de particules est installée à proximité immédiate de la sonde de prélèvement des émissions gazeuses et l'installation est conforme aux dispositions du point 2.3.5.

Pour déterminer la masse des particules, il faut disposer d'un système d'échantillonnage, de filtres pour le prélèvement des particules, d'une microbalance et d'une chambre de pesée à température et humidité contrôlées.

Spécifications pour le système de dilution en circuit partiel

Le système de dilution en circuit partiel doit être conçu de façon à répartir le courant d'échappement en deux fractions, la plus petite étant diluée avec de l'air et utilisée ensuite pour mesurer les particules. Il est donc essentiel que le taux de dilution soit calculé très précisément. On peut appliquer différentes méthodes de répartition, le type de répartition utilisé imposant dans une grande mesure le matériel et les méthodes d'échantillonnage à employer (annexe VI, point 1.2.1.1).

Pour le contrôle d'un système de dilution en circuit partiel, le temps de réponse du système doit être court. Le temps de transformation du système est déterminé selon la procédure décrite à l'appendice 2, point 1.11.1.

Si le temps de transformation combiné de la mesure du débit des gaz d'échappement (voir point précédent) et du système de dilution en circuit partiel est inférieur à 0,3 seconde, un contrôle en ligne peut être utilisé. Si ce temps de transformation est supérieur à 0,3 seconde, il faut utiliser le contrôle anticipatif sur la base d'un essai préenregistré. Dans ce cas, le temps de montée doit être inférieur ou égal à 1 seconde et le temps de retard de la combinaison inférieur ou égal à dix secondes.

La réponse de l'ensemble du système doit être telle que l'échantillon de particules (G_{SE}) est représentatif et proportionnel au débit massique des gaz d'échappement. Pour déterminer la proportionnalité, une analyse de régression G_{SE}/G_{EXHW} est effectuée à une fréquence d'acquisition des données d'au moins 5 Hz et en respectant les critères suivants:

— le coefficient de corrélation r^2 de la régression linéaire entre G_{SE} et G_{EXHW} n'est pas inférieur à 0,95,

— l'erreur type de l'estimation de G_{SE} sur G_{EXHW} ne dépasse pas 5 % de la valeur maximale de G_{SE},

— l'intersection entre G_{SE} et la droite de régression ne dépasse pas ± 2 % de la valeur maximale de G_{SE}.

▼C1

En option, on peut effectuer un essai préliminaire et utiliser le signal de débit massique des gaz d'échappement de cet essai préliminaire pour contrôler le débit de l'échantillon dans le système de prélèvement de particules («contrôle anticipatif»). Cette procédure est requise lorsque le temps de transformation du système de prélèvement des particules ($t_{50,P}$) ou le temps de transformation du signal de débit massique des gaz d'échappement ($t_{50,F}$) est supérieur à 0,3 seconde. On obtient un contrôle correct du système de dilution en circuit partiel si la trace temporelle de $G_{EXHW,\ pre}$ de l'essai préliminaire, qui contrôle G_{SE}, est décalée d'un «temps d'anticipation» égal à $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Pour établir la corrélation entre G_{SE} et G_{EXHW}, on utilise les données recueillies pendant l'essai réel, le temps pour G_{EXHW} étant ajusté de $t_{50,F}$ par rapport à G_{SE} ($t_{50,P}$ n'intervient pas). En d'autres termes, le décalage temporel entre G_{EXHW} et G_{SE} est la différence entre les temps de transformation déterminés à l'appendice 2, point 2.6.

Pour les systèmes de dilution en circuit partiel, une attention particulière doit être accordée à la précision du débit de l'échantillon G_{SE} si celui-ci n'est pas mesuré directement mais déterminé en mesurant le débit différentiel:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

Dans ce cas, une précision de ± 2 % pour G_{TOTW} et G_{DILW} ne suffit pas pour garantir une précision acceptable de G_{SE}. Si le débit de gaz est déterminé en mesurant le débit différentiel, l'erreur maximale de la différence doit être telle que la précision de G_{SE} soit 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.

Une précision acceptable de G_{SE} peut être obtenue par l'une des méthodes suivantes:

a) la précision absolue de G_{TOTW} et G_{DILW} est de ± 0,2 %, ce qui garantit une précision de $G_{SE} \leq 5$ % à un taux de dilution ratio de 15. Aux taux de dilution plus élevés, les erreurs seront toutefois plus importantes;

b) l'étalonnage de G_{DILW} par rapport à G_{TOTW} est effectué de manière à obtenir la même précision de G_{SE} qu'au point a). Pour les détails de cet étalonnage, voir l'appendice 2, point 2.6;

c) la précision de G_{SE} est déterminée indirectement à partir de la précision du taux de dilution déterminée à l'aide d'un gaz marqueur (CO_2, par exemple). Dans ce cas aussi la précision de G_{SE} doit être équivalente à celle obtenue selon la méthode a);

d) la précision absolue de G_{TOTW} et G_{DILW} est de ± 2 % de la pleine échelle, l'erreur maximale de la différence entre G_{TOTW} et G_{DILW} est de 0,2 % et l'erreur de linéarité est de ± 0,2 % de la valeur la plus élevée de G_{TOTW} observée pendant l'essai.

2.4.1. *Filtres pour le prélèvement de particules*

2.4.1.1. Spécification concernant les filtres

Les essais de réception nécessitent des filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone ou des filtres à membranes à base de fluorocarbone. Des matériaux différents peuvent être utilisés pour des applications spéciales. Tous les types de filtres doivent avoir une efficacité de prélèvement de 0,3 µm DOP (di-octylphthalate) d'au moins 99 % à une vitesse nominale du gaz comprise entre 35 et 80 cm/s. Des filtres de qualité identique doivent être utilisés pour exécuter des essais de corrélation entre laboratoires ou entre un constructeur et une autorité compétente en matière de réception.

▼C1

2.4.1.2. Dimensions des filtres

Les filtres à particules doivent avoir un diamètre minimal de 47 mm (diamètre de la tache: 37 mm). On peut aussi se servir de filtres d'un diamètre supérieur (point 2.4.1.5).

2.4.1.3. Filtres primaire et secondaire

Pendant l'essai, les gaz d'échappement dilués sont prélevés au moyen de deux filtres placés l'un après l'autre (un filtre primaire et un filtre secondaire). Le filtre secondaire ne doit pas être situé à plus de 100 mm en aval du premier ni être en contact avec celui-ci. Les filtres peuvent être pesés séparément ou ensemble en étant placés tache contre tache.

2.4.1.4. Vitesse nominale dans le filtre

Une vitesse nominale du gaz à travers le filtre de 35 à 80 cm/s doit être obtenue. La perte de pression entre le début et la fin de l'essai ne peut augmenter de plus de 25 kPa.

2.4.1.5. Charge du filtre

Les charges minimales recommandées pour les dimensions de filtres les plus courantes sont indiquées au tableau ci-dessous. Pour des filtres plus grands, la charge minimale est de 0,065mg/1 000 mm^2 de surface du filtre.

Diamètre du filtre (mm)	Diamètre recommandé de la tache (mm)	Charge minimale recommandée (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

2.4.2. *Spécifications de la chambre de pesée et de la balance analytique*

2.4.2.1. État de la chambre de pesée

La température de la chambre (ou du local) dans laquelle (lequel) les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue à 295 K (22 °C) ± 3 K pendant toute la durée du conditionnement et de la pesée. L'humidité doit être maintenue à un point de rosée de 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K et l'humidité relative à 45 ± 8 %.

2.4.2.2. 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 différences dans les spécifications de la chambre de pesée indiquées au point 2.4.2.1 sont autorisées si leur durée ne dépasse pas trente minutes. La salle de pesée doit répondre aux spécifications requises avant que le personnel n'y entre. Deux filtres ou paires de filtres de référence vierges au moins doivent être pesés dans les quatre heures qui suivent la pesée des (paires de) filtres de prélèvement, mais de préférence en même temps. Ils doivent être de la même dimension et faits du même matériau que les filtres de prélèvement.

▼C1

Dans le cas d'un écart dans le poids moyen des (paires de) filtres de référence entre les pesées de plus de 10 μg, 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 2.4.2.1 ne sont pas réunis mais que les pesées du filtre (de la paire de filtres) 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 de la salle de pesée et de refaire l'essai.

2.4.2.3. Balance analytique

La balance analytique servant à déterminer le poids de tous les filtres doit avoir une précision (écart type) de 2 μg et un pouvoir de résolution de 1 μg (1 chiffre = 1 μg) (selon les indications du constructeur de la balance).

2.4.2.4. 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 ou un dispositif ayant le même effet.

2.4.3. *Prescriptions additionnelles pour la mesure des particules*

Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement qui sont en contact avec des gaz d'échappement bruts et dilués, du tuyau d'échappement jusqu'au porte-filtre, doivent être conçus de façon à réduire au minimum le dépôt ou la modification des particules. Tous doivent être faits de matériaux conducteurs de l'électricité, qui ne réagissent pas aux composantes des gaz d'échappement, et être mis à la terre pour empêcher les effets électrostatiques.

▼M3
▼C1

Appendice 2

PROCÉDURE D'ÉTALONNAGE [NRSC, NRTC [1]**]**

▼B

1 ÉTALONNAGE DES INSTRUMENTS D'ANALYSE

1.1. **Introduction**

Chaque analyseur est étalonné aussi souvent qu'il le faut pour respecter les conditions de précision de la présente norme. La méthode d'étalonnage à utiliser est décrite dans le présent point pour les analyseurs indiqués à l'appendice 1 point 1.4.3.

1.2. **Gaz d'étalonnage**

La durée de conservation de tous les gaz d'étalonnage doit être respectée.

La date d'expiration de la période de conservation des gaz d'étalonnage indiquée par le fabricant doit être enregistrée.

1.2.1. *Gaz purs*

La pureté requise des gaz est définie par les limites de contamination indiquées ci-dessous. Les gaz suivants doivent pouvoir être utilisés.

— Azote purifié

(Contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

— Oxygène purifié

(Pureté > 99,5 %vol. O_2)

— Mélange hydrogène-hélium

(40 ± 2 % d'hydrogène, reste hélium)

(Contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm ►M1 CO_2 ◄)

— *Air de synthèse purifié*

(Contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO)

(Teneur en oxygène comprise entre 18 et 21 % vol.)

1.2.2. *Gaz d'étalonnage*

On utilisera des mélanges de gaz ayant la composition chimique suivante.

— C_3H_8 et air de synthèse purifié (point 1.2.1)

— CO et azote purifié

— NO et azote purifié (la quantité de NO_2 contenue dans ce gaz d'étalonnage ne doit pas dépasser 5 % de la teneur en NO)

— O_2 et azote purifié

— CO_2 et azote purifié

— CH_4 et air de synthèse purifié

— C_2H_6 et air de synthèse purifié

(1) La procédure d'étalonnage est la même pour les essais NRSC et NRTC, à l'exception des exigences indiquées aux points 1.11 et 2.6.

▼B

Note: D'autres combinaisons de gaz sont autorisées à condition que ceux-ci ne réagissent pas les uns sur les autres.

La concentration réelle d'un gaz d'étalonnage doit être conforme à la valeur nominale à ± 2 % près. Toutes les concentrations des gaz d'étalonnage sont données en volume (pourcentage ou ppm par volume).

Les gaz servant à l'étalonnage peuvent aussi être obtenus au moyen d'un mélangeur-doseur de gaz, par dilution avec du N_2 purifié ou avec de l'air de synthèse purifié. La précision de l'appareil mélangeur doit être telle que la concentration des gaz d'étalonnage dilués puisse être déterminée à ± 2 % près.

▼M3
▼C1

Cette précision implique que les gaz primaires utilisés pour le mélange soient connus avec une précision d'au moins ± 1 %, conformément aux normes nationales ou internationales. La vérification doit être effectuée entre 15 à 50 % de la pleine échelle pour chaque étalonnage faisant intervenir l'utilisation d'un mélangeur-doseur. Si la première vérification échoue, une vérification supplémentaire peut être effectuée avec un autre gaz d'étalonnage.

À titre de variante, 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 % près de la valeur nominale.

On peut avoir recours à d'autres méthodes, à condition qu'elles soient appliquées dans les règles de l'art et moyennant l'accord préalable des parties concernées.

Note: Un mélangeur-doseur ayant une précision de ± 1 % est recommandé pour établir une courbe d'étalonnage précise de l'analyseur. Le mélangeur-doseur doit être étalonné par le constructeur de l'instrument.

▼B

1.3. **Mode d'utilisation des analyseurs et du système d'échantillonnage**

Le mode d'utilisation des analyseurs doit être conforme aux instructions de mise en marche et d'utilisation du constructeur de l'appareil. Les prescriptions minimales indiquées aux points 1.4 à 1.9 doivent être respectées.

1.4. **Essai d'étanchéité**

Un essai d'étanchéité du système doit être effectué. À cette fin, la sonde doit être déconnectée du système d'échappement et son extrémité obstruée. La pompe de l'analyseur est mise en marche. Après une période initiale de stabilisation, tous les débitmètres doivent indiquer zéro. Sinon, il faut vérifier les tubes de prélèvement et remédier à l'anomalie. Le taux de fuite maximal admissible du côté du vide est de 0,5 % du débit pendant l'utilisation pour la partie du système soumise à la vérification. Les débits de l'analyseur et du système de dérivation peuvent être utilisés pour estimer le débit en cours d'utilisation.

Une autre méthode consiste à ajouter une étape de modification de la concentration à l'entrée du tube de prélèvement en remplaçant le gaz de mise à zéro par un gaz d'étalonnage.

Si, à la fin d'un temps suffisant, on relève une concentration inférieure à la concentration utilisée, cela dénote des problèmes d'étalonnage ou d'étanchéité.

▼B

1.5. **Procédure d'étalonnage**

1.5.1. *Ensemble du dispositif*

L'ensemble du dispositif doit être étalonné et les courbes d'étalonnage vérifiées par rapport à des gaz étalons. Les débits de gaz utilisés doivent être les mêmes que pour l'étalonnage des gaz d'échappement.

1.5.2. *Temps d'échauffement*

Le temps d'échauffement doit être conforme aux recommandations du constructeur. Faute d'indications, un minimum de deux heures est recommandé pour l'échauffement des analyseurs.

1.5.3. *Analyseurs NDIR et HFID*

L'analyseur NDIR doit être réglé si nécesssaire et la combustion de la flamme de l'analyseur HFID optimisée (point 1.8.1).

1.5.4. *Étalonnage*

Chaque plage de fonctionnement normalement utilisée doit être étalonnée.

Au moyen d'air synthétique purifié (ou d'azote), on met à zéro les analyseurs de CO, CO_2, NO_x, HC et O_2.

Les gaz d'étalonnage appropriés doivent être introduits dans les analyseurs, les valeurs enregistrées et la courbe d'étalonnage établie conformément au point 1.5.6.

On vérifie à nouveau le réglage sur le zéro et on répète si nécessaire la procédure d'étalonnage.

1.5.5. *Établissement de la courbe d'étalonnage*

1.5.5.1. Principe général

►M3 ►C1 On établit la courbe d'étalonnage de l'analyseur en déterminant au moins six points d'étalonnage (en dehors du zéro) espacés de la façon la plus uniforme possible ◄ ◄. La concentration nominale la plus élevée doit être égale ou supérieure à 90 % de l'échelle complète.

La courbe d'étalonnage est calculée par la méthode des moindres carrés. Si le degré du polynome est supérieur à trois, le nombre de points d'étalonnage (y compris zéro) doit être au moins égal à ce degré du polynome plus deux.

▼M3
▼C1

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de ± 2 % de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage ni de plus de ± 0,3 % de l'échelle complète à zéro.

▼B

La courbe et les points d'étalonnage permettent de vérifier que celui-ci a été correctement exécuté. Il convient d'indiquer les différents paramètres caractéristiques de l'analyseur, notamment:

— la plage de mesure,

— la sensibilité,

— la date de l'étalonnage.

1.5.5.2. Étalonnage à moins de 15 % de l'échelle complète

On établit la courbe d'étalonnage de l'analyseur en déterminant au moins 10 points d'étalonnage (en dehors du zéro) espacés de telle façon que 50 % des points d'étalonnage soient inférieurs à 10 % de l'échelle complète.

La courbe d'étalonnage est établie par la méthode des moindres carrés.

▼M3
▼C1

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de ± 4 % de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage ni de plus de ± 0,3 % de l'échelle complète à zéro.

▼B

1.5.5.3. Autres méthodes

D'autres techniques (par exemple ordinateur, commutateur de plage électronique, etc.) peuvent aussi être utilisées si on peut prouver qu'elles sont d'une précision équivalente.

1.6. **Vérification de l'étalonnage**

Toutes les plages de fonctionnement normalement utilisées sont vérifiées avant chaque analyse conformément à la procédure suivante.

L'étalonnage est vérifié au moyen d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz d'étalonnage dont la valeur nominale est supérieure à 80 % de l'échelle complète de la gamme de mesures.

Si, pour les deux points considérés, la valeur relevée ne s'écarte pas de la valeur de référence délarée de plus de ± 4 % de l'échelle complète, les paramètres de réglage peuvent être modifiés. Dans le cas contraire, il faut établir une nouvelle courbe d'étalonnage conformément au point 1.5.4.

1.7. **Essai d'efficacité du convertisseur de NO_x**

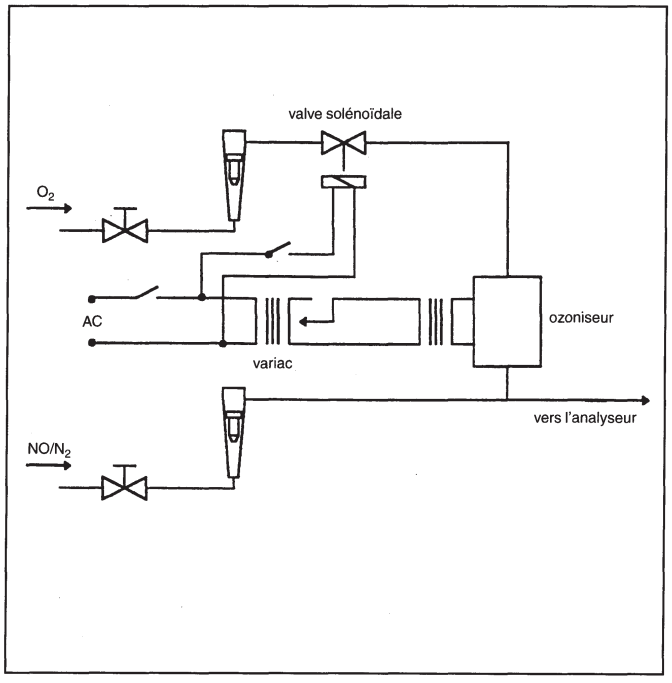
L'efficacité du convertisseur utilisé pour la conversion de NO_2 en NO est éprouvée de la manière indiquée aux points 1.7.1 à 1.7.8 (figure 1).

1.7.1. *Installation d'essai*

Avec l'installation d'essai illustrée sur la figure 1 (voir aussi appendice 1 point 1.4.3.5) et la méthode décrite ci-dessous, on peut vérifier l'efficacité des convertisseurs au moyen d'un ozoniseur.

Figure 1

Schéma d'un convertisseur de NO_2



▼B

1.7.2. *Étalonnage*

Le CLD et le HCLD sont étalonnés dans la plage de fonctionnement la plus couramment utilisée, conformément aux spécifications du constructeur, avec un gaz de mise à zéro et un gaz d'étalonnage (dont la teneur en NO doit être égale à 80 % environ de la plage de fonctionnement de la concentration de NO_2 dans le mélange de gaz inférieure à 5 % de la concentration de NO). L'analyseur de NO_x doit être dans le mode NO pour que le gaz d'étalonnage ne passe pas dans le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée.

1.7.3. *Calculs*

L'efficacité du convertisseur de NO_x est calculée de la manière suivante:

$$\text{Efficacité (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d}\right) \times 100$$

a = concentration de NO_x selon le point 1.7.6

b = concentration de NO_x selon le point 1.7.7

c = concentration de NO selon le point 1.7.4

d = concentration de NO selon le point 1.7.5

1.7.4. *Adjonction d'oxygène*

À l'aide d'un raccord en T, on ajoute continuellement de l'oxygène au flux de gaz jusqu'à ce que la concentration indiquée soit d'environ 20 % inférieure à la concentration d'étalonnage affichée selon le point 1.7.2 (l'analyseur est en mode NO).

La concentration visée sous «c» est enregistrée. L'ozoniseur doit demeurer hors fonction pendant toute cette opération.

1.7.5. *Mise en fonctionnement de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est alors mis en fonction afin de fournir suffisamment d'ozone pour abaisser la concentration de NO à 20 % environ (10 % au minimum) de la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.7.2. La concentration visée sous «d» est enregistrée (l'analyseur est en mode NO).

1.7.6. *Mode NO_x*

L'analyseur de NO est ensuite commuté sur le mode NO_x pour que le mélange de gaz (constitué de NO, NO_2, O_2 et N_2) passe désormais dans le convertisseur. La concentration visée sous «a» est enregistrée (l'analyseur est en mode NO_x).

1.7.7. *Arrêt de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est maintenant arrêté. Le mélange de gaz indiqué au point 1.7.6 traverse le convertisseur pour arriver dans le détecteur. La concentration visée sous «b» est enregistrée (l'analyseur est en mode NO_x).

1.7.8. *Mode NO*

Une fois commuté sur le mode NO, l'ozoniseur étant arrêté, on coupe aussi l'arrivée d'oxygène ou d'air de synthèse. La valeur de NO_x affichée par l'analyseur ne doit pas s'écarter de plus de ± 5 % de la valeur mesurée selon le point 1.7.2 (l'analyseur est en mode NO).

▼B

1.7.9. *Intervalle des essais*

L'efficacité du convertisseur doit être éprouvée avant chaque étalonnage de l'analyseur de NO_x.

1.7.10. *Rendement exigé*

Le rendement du convertisseur ne doit pas être inférieur à 90 %, mais un rendement supérieur de 95 % est fortement recommandé.

Note: Si, l'analyseur étant dans la plage de fonctionnement la plus courante, l'ozoniseur ne permet pas d'obtenir une réduction de 80 % à 20 % selon le point 1.7.5, on utilise la plage la plus élevée qui donnera cette réduction.

1.8. **Réglage du FID**

1.8.1. *Optimisation de la réponse du détecteur*

Le HFID doit être réglé selon les indications du constructeur de l'appareil. On utilise un gaz d'étalonnage contenant du propane et de l'air pour optimiser la réponse dans la plage de fonctionnement la plus courante.

Les débits de carburant et d'air étant réglés selon les recommandations du constructeur, on introduit dans l'analyseur un gaz d'étalonnage de 350 ± 75 ppm C. La réponse pour un débit de carburant donné est indiquée par la différence entre la réponse du gaz d'étalonnage et celle du gaz de mise à zéro. Le débit du carburant doit être réglé progressivement au-dessus et au-dessous de la spécification du constructeur. On enregistre la réponse avec le gaz d'étalonnage et le gaz de mise à zéro pour ces débits de carburant. On établit une courbe des deux réponses et le débit de carburant est réglé en fonction de la partie la plus riche de la courbe.

1.8.2. *Facteurs de réponse pour les hydrocarbures*

On étalonne l'analyseur en utilisant du propane dans de l'air et de l'air de synthèse purifié, conformément au point 1.5.

Les facteurs de réponse doivent être déterminés lors de la mise en service d'un analyseur et, par la suite, à de longs intervalles pendant la durée de service. Le facteur de réponse (R_f) pour une espèce d'hydrocarbure donnée est le rapport entre la valeur C1 indiquée par le FDI et la concentration du gaz dans la bouteille exprimée en ppm C1.

La concentration du gaz d'essai doit se situer à un niveau donnant une réponse correspondant à 80 % environ de l'échelle complète. La concentration doit être connue avec une précision de ± 2 % par rapport à un étalon gravimétrique exprimé en volume. En outre, la bouteille de gaz doit être préalablement conditionnée pendant vingt-quatre heures à une température de 298 (25 °C) ± 5 K.

Les gaz d'essai à utiliser et les gammes de facteurs de réponse à recommander sont les suivants.

— Méthane et air de synthèse purifié: $1{,}00 \leq R_f \leq 1{,}15$

— Propylène et air de synthèse purifié: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}1$

— Toluène et air de synthèse purifié: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

par rapport à un facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air de synthèse purifié.

1.8.3. *Contrôle d'interférence d'oxygène*

▼M3
▼C1

Le contrôle de l'interférence d'oxygène est effectué à la mise en service de l'analyseur et par la suite lors des grands entretiens.

▼C1

On choisit une gamme où les gaz de contrôle de l'interférence d'oxygène tomberont dans la tranche haute de 50 %. L'essai est effectué avec le four réglé à la température voulue.

1.8.3.1. Gaz de contrôle de l'interférence d'oxygène

Les gaz de contrôle de l'interférence d'oxygène doivent contenir du propane à 350 ppm C ± 75 ppm C d'hydrocarbures. La valeur de la concentration est déterminée aux tolérances des gaz d'étalonnage par analyse chromatographique des hydrocarbures totaux plus les impuretés ou par mélange-dosage dynamique. L'azote doit être le diluant prédominant avec le complément en oxygène. Les mélanges requis pour l'essai des moteurs Diesel sont les suivants:

Concentration d'O_2	Complément
21 (20 à 22)	Azote
10 (9 à 11)	Azote
5 (4 à 6)	Azote

1.8.3.2. Procédure

a) L'analyseur est mis à zéro;

b) l'échelle de l'analyseur est réglée avec le mélange à 21 % d'oxygène;

c) la réponse zéro est à nouveau vérifiée. Si elle a varié de plus de 0,5 % de la pleine échelle, on répète les opérations des points a) et b);

d) on introduit les gaz de contrôle de l'interférence d'oxygène à 5 % et à 10 %;

e) la réponse zéro est à nouveau vérifiée. Si elle a varié de plus de ± 1 % de la pleine échelle, l'essai doit être recommencé;

f) l'interférence d'oxygène (% O_2I) est calculée comme suit pour chaque mélange du point d):

$$O_2 I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

A = concentration d'hydrocarbures (ppm C) du gaz de réglage de sensibilité utilisé au point b)

B = concentration d'hydrocarbures (ppm C) des gaz de contrôle de l'interférence d'oxygène utilisés au point d)

C = réponse de l'analyseur

$$(ppmC) = \frac{A}{D}$$

D = pourcentage de la réponse de l'analyseur à la pleine échelle due à A

g) le pourcentage d'interférence d'oxygène (% O_2I) doit être, avant l'essai, inférieur à ± 3 % pour tous les gaz prescrits pour le contrôle de l'interférence d'oxygène;

▼C1

h) si l'interférence d'oxygène est supérieure à ± 3 %, le débit d'air est ajusté par incréments au-dessus et au-dessous des spécifications du fabricant en répétant l'opération du point 1.9.1 pour chaque débit;

i) si l'interférence d'oxygène est supérieure à ± 3 % après avoir réglé le débit d'air, on ajuste le débit de carburant puis le débit de l'échantillon, en répétant les opérations du point 1.8.1 pour chaque nouveau réglage;

j) si l'interférence d'oxygène est toujours supérieure à ± 3 %, il faut réparer ou remplacer l'analyseur, le carburant du FID ou l'air du brûleur. Les opérations du présent point devront ensuite être recommencées sur les équipements réparés ou remplacés ou avec les nouveaux gaz.

▼B

1.9. **Effets d'interférence avec les analyseurs NDIR et CLD**

Des gaz présents dans l'échappement autres que celui qui est en cours d'analyse peuvent interférer de plusieurs manières avec les relevés. Il y a interférence positive dans les instruments NDIR lorsque le gaz qui interfère donne le même effet que celui qui est mesuré mais à un degré moindre. Il y a interférence négative dans les instruments NDIR lorsqu'un gaz interférent élargit la bande d'absorption du gaz mesuré, et dans les instruments CLD lorsque le gaz interférent atténue le rayonnement. Les contrôles d'interférence indiqués aux points 1.9.1 et 1.9.2 doivent être exécutés avant la mise en service d'un analyseur et, par la suite, à de longs intervalles pendant la durée de service.

1.9.1. *Contrôleur d'interférence sur l'analyseur de CO*

L'eau et le CO_2 peuvent interférer avec le fonctionnement de l'analyseur de CO. On laisse par conséquent barboter dans de l'eau, à température ambiante, un gaz d'étalonnage contenant du CO_2 d'une concentration de 80 à 100 % de l'échelle complète de la plage de mesure maximale en cours d'essai et on enregistre la réponse de l'analyseur. Celle-ci ne doit pas dépasser 1 % de l'échelle complète pour les plages égales ou supérieures à 300 ppm ou 3 ppm pour les plages inférieures à 300 ppm.

1.9.2. *Vérifications des effets d'atténuation dans l'analyseur de NO_x*

Les deux gaz à considérer pour les analyseurs CLD (et HCLD) sont le CO_2 et la vapeur d'eau. Les degrés d'atténuation dus à ces gaz sont proportionnels à leurs concentrations et nécessitent par conséquent des techniques d'essai pour déterminer l'effet d'atténuation aux concentrations les plus élevées prévues pendant l'essai.

1.9.2.1. Vérifications de l'effet d'atténuation dans l'analyseur du CO_2

On fait passer à travers l'analyseur NDIR un gaz d'étalonnage du CO_2 dans une concentration de 80 à 100 % de l'échelle complète de la plage de mesure maximale et on enregistre la valeur de CO_2 (A). Il est ensuite dilué à 50 % avec un gaz d'étalonnage du NO et on le fait passer à travers le NDIR et le (H)CLD en enregistrant les valeurs de CO_2 et de NO (respectivement B et C). On ferme l'arrivée de CO_2 pour que seul le gaz d'étalonnage du NO passe à travers le (H)CLD et on enregistre la valeur de NO (D).

L'effet d'atténuation est calculé comme suit:

$$\%\ CO_2 \text{effet d'atténuation} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

et il ne doit pas être supérieur à 3 % de l'échelle complète

où:

A = concentration du CO_2 non dilué mesuré avec le NDIR (%)

▼B

B = concentration du CO_2 dilué mesuré avec le NDIR (%)

C = concentration du NO dilué mesuré avec le CLD (ppm)

D = concentration du NO non dilué mesuré avec le CLD (ppm)

▼M1

1.9.2.2. Vérification de l'effet d'atténuation de l'eau

▼M3
▼C1

Cette vérification s'applique uniquement aux mesures de concentration de gaz humides. Le calcul de l'effet d'atténuation de l'eau doit tenir compte de la dilution du gaz d'étalonnage NO dans la vapeur d'eau et de l'établissement d'un rapport entre la concentration de vapeur d'eau du mélange et celle prévue pendant l'essai. Un gaz d'étalonnage du NO ayant une concentration de 80 à 100 % de l'échelle complète par rapport à la plage de fonctionnement normal doit traverser le (H)CLD et la valeur de NO enregistrée en tant que valeur D. On laisse le NO gazeux barboter dans l'eau à température ambiante et à travers le (H)CLD et on enregistre la valeur de NO en tant que valeur C. La température de l'eau est déterminée et enregistrée en tant que valeur F. La pression de vapeur de saturation du mélange qui correspond à la température de l'eau du barboteur (F) doit être déterminée et enregistrée en tant que valeur G. La concentration de vapeur d'eau (en %) du mélange doit être calculée comme suit:

▼M1

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

et enregistrée en tant que valeur H. La concentration escomptée du gaz de réglage de sensibilité au NO dilué (dans de la vapeur d'eau) se calcule comme suit:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

▼M3
▼C1

et enregistrée en tant que valeur De. Pour l'échappement des moteurs Diesel, la concentration maximale de la vapeur d'eau d'échappement (en %) prévue en cours d'essai doit être estimée dans l'hypothèse d'un rapport atomique H/C du carburant de 1,8 à 1, à partir de la concentration maximale de CO_2 dans les gaz d'échappement ou à partir de la concentration du gaz de réglage de sensibilité au CO_2 non dilué (valeur A, mesurée comme indiqué au point 1.9.2.1) comme suit:

▼M1

$$Hm = 0{,}9 \times A$$

et est enregistrée en tant que valeur Hm.

L'effet d'atténuation de l'eau est calculé comme suit:

$$\%\ \text{d'atténuation de } H_2O = 100 \times \left(\frac{De - C}{De} \right) \times \left(\frac{Hm}{H} \right)$$

et ne doit pas dépasser 3 % de l'échelle 1.

De: concentration diluée prévue de NO (ppm)

C: concentration diluée de NO (ppm)

▼M1

Hm: concentration maximale de vapeur d'eau (%)

H: concentration maximale effective de vapeur d'eau (%)

Remarque: il importe que le gaz de réglage de sensibilité au NO contienne une concentration minimale de NO_2 pour cette vérification, étant donné qu'il n'a pas été tenu compte de l'absorption du NO_2 pour les calculs de l'effet d'atténuation.

▼B

1.10. **Intervalles d'étalonnage**

Les analyseurs doivent être étalonnés conformément au point 1.5 tous les trois mois au moins ou à l'occasion de chaque réparation ou changement de système susceptible d'influer sur l'étalonnage.

▼M3
▼C1

1.11. **Exigences complémentaires en matière d'étalonnage pour la mesure des gaz d'échappement bruts dans l'essai NRTC**

1.11.1. *Vérification du temps de réponse du système analytique*

Les réglages du système pour l'évaluation du temps de réponse doivent être exactement les mêmes que ceux utilisés pour les mesures pendant l'essai proprement dit (pression, débits, réglages des filtres sur les analyseurs et tous les autres facteurs influençant le temps de réponse). La détermination du temps de réponse s'effectue par commutation de gaz directement à l'entrée de la sonde de prélèvement. Le changement de gaz doit avoir lieu en moins de 0,1 seconde. Les gaz utilisés pour l'essai doivent entraîner un changement de concentration d'au moins 60 % à pleine échelle.

La concentration de chaque composant gazeux est enregistrée. Le temps de réponse est défini comme étant la différence de temps entre le changement de gaz et la variation appropriée de la concentration enregistrée. Le temps de réponse du système (t_{90}) comprend le temps de retard jusqu'au détecteur de mesure et le temps de montée du détecteur. Le temps de retard est défini comme étant le temps écoulé entre le changement (t_0) et le moment où la réponse atteint 10 % du relevé final (t_{10}). Le temps de montée est défini comme étant le temps écoulé entre la réponse à 10 % et la réponse à 90 % du relevé final ($t_{90} - t_{10}$).

Pour l'alignement temporel des signaux de l'analyseur et du flux de gaz d'échappement dans le cas de la mesure des gaz d'échappement bruts, le temps de transformation est défini comme étant le temps écoulé entre le changement (t_0) et le moment où la réponse atteint 50 % du relevé final (t_{50}).

Le temps de réponse du système doit être inférieur ou égal à 10 secondes, avec un temps de montée inférieur ou égal à 2,5 secondes pour tous les composants soumis à des valeurs limites (CO, NO_x, HC) et toutes les plages utilisées.

1.11.2. *Étalonnage de l'analyseur de gaz marqueur pour la mesure du débit de gaz d'échappement*

En cas d'utilisation d'un gaz marqueur, l'analyseur servant à mesurer les concentrations de ce gaz doit être étalonné à l'aide du gaz étalon.

La courbe d'étalonnage est établie sur au moins 10 points d'étalonnage (à l'exclusion du zéro) espacés de manière à ce qu'une moitié des points soit placée entre 4 et 20 % de la pleine échelle de l'analyseur et le reste entre 20 et 100 % de la pleine échelle. La courbe d'étalonnage est établie par la méthode des moindres carrés.

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage de plus de 1 % de la pleine échelle dans la plage de 20 à 100 % de la pleine échelle. Elle ne doit pas non plus s'écarter de la valeur nominale de plus de 2 % du relevé dans la plage de 4 à 20 % de la pleine échelle.

▼C1

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 dont la valeur nominale est supérieure à 80 % de la pleine échelle de l'analyseur.

▼B

2. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME DE MESURE DES PARTICULES

2.1. **Introduction**

Chaque élément est étalonné aussi souvent qu'il le faut pour respecter les conditions de précision de la présente norme. La méthode d'étalonnage à utiliser est décrite dans ce point pour les éléments indiqués à l'annexe III appendice 1 point 1.5 et à l'annexe V.

2.2. **Débit**

▼M3
▼C1

Les compteurs à gaz ou débitmètres sont étalonnés conformément aux normes nationales et/ou internationales.

L'erreur maximale de la valeur mesurée doit être de ± 2 % du relevé.

Pour les systèmes de dilution en circuit partiel, une attention particulière doit être accordée à la précision du débit de l'échantillon G_{SE} s'il n'est pas mesuré directement mais déterminé en mesurant le débit différentiel:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

Dans ce cas, une précision de ± 2 % pour G_{TOTW} et G_{DILW} ne suffit pas pour garantir une précision acceptable de G_{SE}. Si le débit de gaz est déterminé en mesurant le débit différentiel, l'erreur maximale de la différence doit être telle que la précision de G_{SE} soit 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.

▼B

2.3. **Vérification du rapport de dilution**

Pour utiliser des systèmes d'échantillonnage des particules sans EGA (annexe V point 1.2.1.1) on vérifie le rapport de dilution pour chaque installation de moteur neuf, alors que le moteur tourne, en utilisant les mesures de concentration du CO_2 ou du NO_x dans les gaz d'échappement bruts et dilués.

Le rapport de dilution mesuré doit être de ± 10 % du rapport de dilution calculé à partir de la mesure de concentration de CO_2 ou NO_x.

2.4. **Vérification des conditions d'écoulement partiel**

La plage des oscillations de vitesse et de pression des gaz d'échappement doit être vérifiée et réglée conformément aux prescriptions de l'annexe V point 1.2.1.1, EP, le cas échéant.

2.5. **Intervalles d'étalonnage**

Les instruments de mesure du débit sont étalonnés tous les trois mois au moins ou chaque fois qu'une modification apportée au système est susceptible d'influer sur l'étalonnage.

▼M3
▼C1

2.6. **Exigences complémentaires en matière d'étalonnage pour les systèmes de dilution en circuit partiel**

2.6.1 *Étalonnage périodique*

Si le débit de l'échantillon 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 G_{SE} dans le tunnel satisfasse aux exigences en matière de précision prescrites à l'appendice 1, point 2.4.

▼C1

Le débitmètre mesurant G_{DILW} est connecté en série avec le débitmètre mesurant G_{TOTW}. 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 G_{DILW} utilisée durant l'essai et la valeur de G_{TOTW} utilisée durant l'essai. Le tunnel de dilution peut être contourné.

Un dispositif étalonné de mesure du débit massique est connecté en série avec le débitmètre mesurant G_{TOTW} et la précision 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 G_{DILW} et la précision est vérifiée pour au moins cinq réglages correspondant à des taux de dilution de 3 à 50, par rapport à la valeur de G_{TOTW} utilisée durant l'essai.

Le tube de transfert TT est déconnecté de l'échappement et un dispositif étalonné de mesure du débit avec une plage appropriée pour mesurer G_{SE} est connecté au tube de transfert. G_{TOTW} est ensuite réglé sur la valeur utilisée pendant l'essai et G_{DILW} 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 le débit de l'air total et de l'air de dilution passant dans les mètres correspondants est maintenu comme dans l'essai proprement dit.

Un gaz marqueur est introduit dans le tube de transfert. 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. La précision du débit de l'échantillon est déterminée à partir du taux de dilution q:

$$G_{SE} = G_{TOTW}/q$$

La précision des analyseurs de gaz d'échappement est prise en considération pour garantir la précision de G_{SE}.

2.6.2. *Vérification du flux de carbone*

Il est vivement 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 de dilution en circuit partiel. 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 d'échantillonnage en circuit partiel doit fonctionner avec un facteur de dilution d'environ 15 à 1.

2.6.3. *Vérification avant essai*

Dans les deux heures qui précèdent l'essai, une vérification est effectuée comme suit:

Selon la même méthode que celle utilisée pour l'étalonnage, la précision des débitmètres est vérifiée pour au moins deux points, y compris les valeurs de G_{DILW} qui correspondent à des taux de dilution compris entre 5 et 15 pour la valeur de G_{TOTW} utilisée pendant l'essai.

Si les valeurs enregistrées par la procédure d'étalonnage décrite ci-dessus 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.

▼C1

2.6.4. *Détermination du temps de transformation*

Les réglages du système pour l'évaluation du temps de transformation doivent être les mêmes que ceux utilisés pour les mesures pendant 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 circuit partiel et conforme aux règles de l'art.

Le débit de gaz d'échappement dans le système de dilution en circuit partiel (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 enregistrés 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 circuit partiel, 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 G_{SE} du système de dilution en circuit partiel et du signal G_{EXHW} du débitmètre d'échappement. Ces signaux sont utilisés lors des contrôles de régression effectués après chaque essai (appendice 1, point 2.4).

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 circuit partiel, qui est appliquée conformément à l'appendice 1, point 2.4.

3. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME CVS

3.1. **Généralités**

Le système CVS est étalonné à l'aide d'un débitmètre de précision et d'un dispositif permettant de modifier les conditions de fonctionnement.

Le débit qui traverse le système est mesuré pour différents réglages du débit 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, par exemple un venturi étalonné, un débitmètre laminaire étalonné ou un débitmètre à turbine étalonné.

3.2. **Étalonnage de la pompe volumétrique (PDP)**

Tous les paramètres de la pompe sont mesurés en même temps que les paramètres d'un venturi d'étalonnage 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 le système 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.

▼C1

Les pertes dans les connexions et les conduites entre le venturi d'étalonnage et la pompe CVS doivent rester inférieures à 0,3 % du point de débit le plus bas (point où la restriction est la plus élevée et la vitesse de la PDP la plus basse).

3.2.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_s) présent à chaque position de vanne (6 réglages au 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 débit d'air est ensuite converti 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 les 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

pA = pression de refoulement absolue à l'orifice de refoulement de la pompe, en kPa.

Un ajustement linéaire pour les moindres carrés est réalisé afin de fournir l'équation d'étalonnage:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

D_0 et m sont respectivement les constantes d'intersection et de pente 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'intersection (D_0) doivent augmenter 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 effectué au démarrage de la pompe, après un gros entretien et lorsque la vérification du système complet (voir point 3.5) indique une modification du taux de glissement.

▼C1

3.3. **Étalonnage du tube 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:

$$Q_s = \frac{K_v \times p_A}{\sqrt{T}}$$

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).

3.3.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_s) à chaque réglage de l'étrangleur (8 réglages au minimum) est déterminé, conformément à la méthode prescrite par le constructeur, 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:

$$K_v = \frac{Q_S \times \sqrt{T}}{p_A}$$

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 à l'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 plage admissible.

Le K_V moyen et l'écart type doivent être calculés pour 8 points au minimum situés dans la région de l'écoulement critique. L'écart type ne doit pas dépasser ± 0,3 % du K_V moyen.

3.4. **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:

$$Q_{SSV} = A_0 d^2 C_d P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1.4286} - r^{1.7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1.4286}}\right)\right]}$$

▼C1

où:

A_0 = série de constantes et de conversions d'unités

$$= 0{,}006111 \text{ en unités SI } \left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

d = diamètre du col du SSV (en m)

C_d = coefficient de décharge du SSV

Pa = pression absolue à l'entrée du venturi (en kPa)

T = température à l'entrée du venturi (en K)

r = rapport entre les pressions statiques absolues au col et à l'entrée du SSV = $1-\frac{\Delta P}{P_A}$

ß = rapport entre le diamètre d du col du SSV et le diamètre intérieur du tuyau d'admission = $\frac{d}{D}$

3.4.1. *Analyse des données*

Le débit d'air (Q_{SSV}) à chaque réglage de l'écoulement (16 réglages au minimum) est calculé en m^3/min normalisés à partir des données du débitmètre, selon la méthode prescrite par le constructeur. Le coefficient de décharge est calculé comme suit à partir des données d'étalonnage collectées pour chaque réglage:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 d^2 P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1.4286} - r^{1.7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1.4286}}\right)\right]}}$$

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 = rapport entre les pressions statiques absolues au col et à l'entrée du SSV = $1-\frac{\Delta P}{P_A}$

ß = rapport entre le diamètre d du col du SSV et le diamètre intérieur du tuyau d'admission = $\frac{d}{D}$

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:

$$\text{Re} = A_1 \frac{Q_{SSV}}{d\mu}$$

▼C1

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:

$$\mu = \frac{bT^{3/2}}{S+T} = \frac{bT^{1/2}}{1+\frac{S}{T}} \quad \text{kg/m-s}$$

où:

$$\text{b} = \text{constante empirique} = 1{,}458 \times 10^{6} \frac{kg}{msK^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{S} = \text{constant empirique} = 110{,}4\,K$$

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 précision d'au moins 0,1 %.

Pour un minimum de 16 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.

3.5. **Vérification du système complet**

La précision totale du système 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.

3.5.1. *Mesure à l'aide d'un orifice à écoulement critique*

Une quantité connue de gaz pur (propane) est introduite dans le système CVS par 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 cinq à dix 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 doit se situer à ± 3 % de la masse connue de gaz injecté.

▼C1

3.5.2. *Mesure à l'aide d'une technique gravimétrique*

Le poids d'une petite bouteille remplie de propane est déterminé avec une précision de ± 0,01 gramme. Pendant cinq à dix minutes environ, le système CVS fonctionne comme lors d'un essai normal de mesure des émissions de gaz d'échappement lorsque le 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.

▼B

Appendice 3

▼M3
▼C1

ÉVALUATION ET CALCULS DE DONNÉES

▼B

1. ►M3 ►C1 ÉVALUATION ET CALCULS DE DONNÉES — ESSAI NRSC ◄ ◄

1.1. **Évaluation des données sur les émissions gazeuses**

Pour évaluer les émissions gazeuses, on prend la moyenne de l'indication du tableau des 60 dernières secondes de chaque mode et les concentrations moyennes (conc) de HC, CO, NO_x et CO_2, si on utilise la méthode de l'équivalent-carbone, pendant chaque mode, sont déterminées à partir des relevés de tableaux moyens et des données d'étalonnage correspondantes. On peut utiliser un type d'enregistrement différent s'il garantit l'obtention de données équivalentes.

Les concentrations de fond moyennes ($conc_d$) peuvent être déterminées d'après les relevés sur les sacs de l'air de dilution ou d'après les relevés de fond continus (autres que sur les sacs) et les données d'étalonnage correspondantes.

▼M3
▼C1

1.2. **Émissions de particules**

Pour évaluer les particules, on enregistre pour chaque mode les masses (MSAM, i) totales d'échantillonnage passant à travers les filtres. Les filtres doivent être renvoyés à la chambre de pesée et conditionnés pendant au moins deux heures, mais au maximum quatre-vingts heures, puis pesés. On enregistre le poids brut des filtres, et l'on soustrait le poids de la tare (annexe III, point 3.1). La masse de particules (Mf pour la méthode à filtre simple, Mf, i pour la méthode à filtres multiples) est la somme des masses de particules récupérées sur les filtres primaire et secondaire. Si une correction de fond doit être appliquée, on enregistre la masse (MDIL) d'air de dilution passant à travers les filtres et la masse de particules (Md). Si on effectue plus d'une mesure, on doit calculer le quotient Md/MDIL pour chaque mesure prise individuellement et prendre la moyenne des valeurs.

▼B

1.3. **Calcul des émission gazeuses**

Les résultats des essais indiqués en dernier recours sont obtenus par les opérations suivantes.

▼M3
▼C1

1.3.1. *Détermination du débit des gaz d'échappement*

On détermine le débit massique des gaz d'échappement (G_{EXHW}) pour chaque mode, conformément à l'annexe III, appendice 1, points 1.2.1 à 1.2.3.

Si on utilise un système de dilution en circuit principal, on détermine le débit massique total des gaz d'échappement dilués (G_{TOTW}) pour chaque mode, conformément à l'annexe III, appendice 1, point 1.2.4.

1.3.2. *Correction pour le passage des conditions sèches aux conditions humides*

Lorsqu'on applique la valeur G_{EXHW}, on convertit la concentration mesurée en valeurs rapportées à des conditions humides à l'aide de la formule suivante, si elle n'est pas déjà mesurée en conditions humides:

$$conc\ (humide) = k_w \times conc\ (sec)$$

▼C1

Pour les gaz d'échappement bruts:

$$K_{W,r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1{,}88 \times 0{,}005 \times (\%\,CO[dry] + \%\,CO_2[dry]) + K_{w2}} \right)$$

Pour les gaz d'échappement dilués:

$$K_{W,e,1} = \left(1 - \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%(wet)}{200} \right) - K_{W1}$$

ou

$$K_{W,e,1} = \left(\frac{1 - K_{W1}}{1 + \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%(dry)}{200}} \right)$$

Pour l'air de dilution:

$$k_{W,d} = 1 - k_{W1}$$

$$k_{W1} = \frac{1{,}608 \times \left[H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF) \right]}{1000 + 1{,}608 \times \left[H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF) \right]}$$

$$H_d = \frac{6{,}22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Pour l'air d'admission (s'il diffère de l'air de dilution):

$$k_{W,a} = 1 - k_{W2}$$

$$k_{W2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6{,}22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

où:

H_a: humidité absolue de l'air d'admission (en grammes par kilo d'air sec)

H_d: humidité absolue de l'air de dilution (en grammes par kilo d'air sec)

R_d: humidité relative de l'air de dilution (en %)

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_d: pression de vapeur de saturation de l'air de dilution (en kPa)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa)

Note: H_a et H_d peuvent être déterminés à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

▼C1

1.3.3. *Correction de l'humidité pour les 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 la température et de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur K_H donné par la formule suivante:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

où:

T_a: température de l'air (en K)

H_a: humidité absolue de l'air d'admission, en grammes par kilo d'air sec

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

où:

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa)

Note: H_a peut être déterminé à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

1.3.4. *Calcul des débits massiques d'émissions*

Les débits massiques d'émissions pour chaque mode sont calculés comme suit:

a) Pour les gaz d'échappement bruts ([1]):

$Gas_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$

b) Pour les gaz d'échappement dilués:

$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$

où:

$conc_c$ = concentration corrigée de la concentration de fond

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - (1 / DF))$$
$$DF = 13{,}4 / (conc_{CO_2} + (conc_{CO} + conc_{HC}) \times 10^{-4})$$

([1]) Dans le cas des NO_x, la concentration de NO_x (NO_{xconc} ou NO_{xconcc}) doit être multipliée par K_{HNOx} (facteur de correction de l'humidité pour les NO_x, mentionné au point 1.3.3) comme suit: K_{HNOx} x conc ou K_{HNOx} x $conc_c$.

▼C1

ou:

$DF = 13,4/conc_{CO2}$

Le coefficient u - humide doit être utilisé conformément au tableau 4 ci-après.

Tableau 4

Valeurs du coefficient u — humide pour divers constituants des gaz d'échappement

Gaz	u	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

La densité des HC est calculée sur la base d'un rapport moyen carbone/hydrogène de 1:1,85.

1.3.5. *Calcul des émissions spécifiques*

L'émission spécifique (g/kWh) est calculée comme suit pour chaque constituant individuellement:

$$Gaz\ individuel = \frac{\sum_{i=1}^{n} Gas_{mass_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

où $P_i = P_{m,\ i} + P_{AE,\ i}$

Les facteurs de pondération et le nombre de modes (n) utilisés dans le calcul ci-dessus sont conformes à l'annexe III, point 3.7.1.

1.4. **Calcul de l'émission de particules**

L'émission de particules est calculée de la manière suivante.

1.4.1. *Correction de l'humidité pour les émissions de particules*

Comme les émissions de particules des moteurs Diesel dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, le débit massique de particules doit être corrigé en fonction de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur Kp donné par la formule suivante:

$$K_P = 1/\left(1 + 0,0133 \times \left(H_a - 10,71\right)\right)$$

où:

H_a: humidité absolue de l'air d'admission, en grammes par kilo d'air sec

$$H_a = \frac{6,220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼C1

où:

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa)

Note: H_a peut être déterminé à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

1.4.2. *Système de dilution en circuit partiel*

On obtient les résultats d'essais finals rapportés de l'émission de particules par les opérations suivantes. Différents types de commande du débit de dilution pouvant être utilisés, différentes méthodes de calcul du débit massique de gaz d'échappement dilués G_{EDF} sont applicables. Tous les calculs sont effectués sur la base des valeurs moyennes des différents modes (i) pendant la période d'échantillonnage.

1.4.2.1. Systèmes isocinétiques

$G_{EDFW,\,i} = G_{EXHW,\,i} \times q_i$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + \left(G_{EXHW,i} \times r\right)}{\left(G_{EXHW,i} \times r\right)}$$

où r correspond au rapport entre les sections de la sonde isocinétique A_p et du tuyau d'échappement A_T:

$$r = \frac{A_P}{A_T}$$

1.4.2.2. Systèmes avec mesure de la concentration de CO_2 ou de NO_x

$G_{EDFW,\,i} = G_{EXHW,\,i} \times q_i$

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

où:

$conc_E$ = concentration humide de gaz marqueur dans les gaz d'échappement bruts

$conc_D$ = concentration humide de gaz marqueur dans les gaz d'échappement dilués

$conc_A$ = concentration humide de gaz marqueur dans l'air de dilution

Les concentrations mesurées en conditions sèches sont converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 1.3.2 du présent appendice.

1.4.2.3. Systèmes avec mesure du CO_2 et méthode d'équivalence en carbone

$$G_{EDFW,i} = \frac{206{,}6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

où:

CO_{2D} = concentration de CO_2 dans les gaz d'échappement dilués

CO_{2A} = concentration de CO_2 dans l'air de dilution

▼C1

[concentrations en volume (%) sur une base humide]

Cette équation repose sur l'hypothèse d'un équilibre du carbone (les atomes de carbone fournis au moteur sont émis sous forme de CO_2) et est obtenue par les étapes suivantes:

$G_{EDFW,\ i} = G_{EXHW,\ i} \times q_i$

et:

$$q_i = \frac{206{,}6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times \left(CO_{2D,i} - CO_{2A,i}\right)}$$

1.4.2.4. Systèmes avec mesure de débit

$G_{EDFW,\ i} = G_{EXHW,\ i} \times q_i$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{\left(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i}\right)}$$

1.4.3. *Système de dilution en circuit principal*

Les résultats d'essais finals rapportés de l'émission de particules sont obtenus par les opérations suivantes.

Tous les calculs sont établis sur la base des valeurs moyennes des différents modes (i) pendant la période d'échantillonnage.

$G_{EDFW,\ i} = G_{TOTW,\ i}$

1.4.4. *Calcul du débit massique de particules*

Le débit massique de particules est calculé comme suit.

Pour la méthode à filtre simple:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{\left(G_{EDFW}\right)_{aver}}{1000}$$

où:

$(G_{EDFW})_{aver}$ au cours du cycle d'essai est calculé en additionnant les valeurs moyennes des différents modes durant la période d'échantillonnage:

$$\left(G_{EDFW}\right)_{aver} = \sum_{i=1}^{n} G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{n} M_{SAM,i}$$

où i = 1,… n.

Pour la méthode à filtres multiples:

$$PT_{mass} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{\left(G_{EDFW,i}\right)_{aver}}{1000}$$

où i = 1,… n.

▼C1

Le débit massique de particules peut être corrigé comme suit pour tenir compte de la concentration de fond.

Pour la méthode à filtre simple:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n}\left(1 - \frac{1}{DF_i}\right) \times WF_i\right)\right)\right] \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Si plus d'une mesure est effectuée, (M_d/M_{DIL}) est remplacé par $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

$$DF = 13{,}4 / \left(concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4}\right)$$

ou:

$DF = 13{,}4/concCO_2$

Pour la méthode à filtres multiples:

$$PT_{mass,\,i} = \left[\frac{M_{f,\,i}}{M_{SAM,\,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF_i}\right)\right)\right] \times \left[\frac{G_{EDFW,\,i}}{1000}\right]$$

Si plus d'une mesure est effectuée, (M_d/M_{DIL}) est remplacé par $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

$$DF = 13{,}4 / \left(concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4}\right)$$

où:

$DF = 13{,}4/conc_{CO2}$

1.4.5. *Calcul des émissions spécifiques*

L'émission de particules PT (g/kWh) est calculée de la manière suivante ([1]).

Pour la méthode à filtre simple:

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

Pour la méthode à filtres multiples:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^{n} PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

([1]) Le débit massique des particules PT_{mass} doit être multiplié par Kp (facteur de correction de l'humidité pour les particules mentionné au point 1.4.1).

▼C1

1.4.6. *Facteur de pondération effectif*

Pour la méthode à filtre simple, le facteur de pondération effectif $WF_{E,\ i}$ pour chaque mode est calculé de la manière suivante:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

où i = 1,… n.

La valeur des facteurs de pondération effectifs ne peut s'écarter de plus de ± 0,005 (en valeur absolue) des facteurs de pondération indiqués à l'annexe III, point 3.7.1.

2. ÉVALUATION ET CALCULS DE DONNÉES (ESSAI NRTC)

Cette section décrit les deux principes de mesure suivants qui peuvent être utilisés pour l'évaluation des émissions de polluants durant le cycle NRTC:

— les composants gazeux sont mesurés dans les gaz d'échappement bruts en temps réel et les particules sont déterminées à l'aide d'un système de dilution en circuit partiel,

— les composants gazeux et les particules sont déterminés à l'aide d'un système de dilution en circuit principal (système CVS).

2.1. **Calcul des émissions de gaz dans les gaz d'échappement bruts et des émissions de particules à l'aide d'un système de dilution en circuit partiel**

2.1.1. *Introduction*

Les signaux de concentration instantanée des composants gazeux sont utilisés pour le calcul des émissions massiques en les multipliant par le débit massique instantané des gaz d'échappement. Le débit massique instantané des gaz d'échappement peut être mesuré directement ou calculé à l'aide des méthodes décrites à l'annexe III, appendice 1, point 2.2.3 (mesure de l'air d'admission et du débit de carburant, méthode du gaz marqueur, mesure de l'air d'admission et du rapport air/carburant). Une attention particulière doit être accordée aux temps de réponse des différents instruments. Ces différences sont prises en considération par l'alignement temporel des signaux.

Dans le cas des particules, les signaux de débit massique des gaz d'échappement sont utilisés pour régler le système de dilution en circuit partiel de manière à obtenir un échantillon proportionnel au débit massique des gaz d'échappement. La qualité de la proportionnalité est vérifiée en appliquant une analyse de régression entre l'échantillon et le débit des gaz d'échappement, comme décrit à l'annexe III, appendice 1, point 2.4.

2.1.2. *Détermination des composants gazeux*

2.1.2.1. Calcul des émissions massiques

La masse de polluants M_{gaz} (g/essai) est déterminée en calculant les émissions massiques instantanées à partir des concentrations brutes de polluants, des valeurs u du tableau 4 (voir point 1.3.4) et du débit massique de gaz d'échappement, en tenant compte du temps de transformation et en intégrant les valeurs instantanées sur la durée du cycle. Il est préférable de mesurer les concentrations sur une base humide. Si elles sont mesurées sur une base sèche, la correction pour le passage des conditions sèches aux conditions humides, décrite ci-dessous, est appliquée aux valeurs de concentration instantanée avant tout autre calcul.

▼C1

Tableau 4 Valeurs du coefficient u — humide pour divers constituants des gaz d'échappement

Gaz	u	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

La densité des HC est calculée sur la base d'un rapport moyen carbone/hydrogène de 1:1,85.

La formule suivante est appliquée:

$$M_{gaz} = \sum_{i=1}^{i=n} u \times conc_{\mathrm{i}} \times G_{EXHW,i} \times \frac{1}{f} \text{ (g/kWh)}$$

où:

u = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité des gaz d'échappement

$conc_i$ = concentration instantanée du composant dans les gaz d'échappement bruts (en ppm)

$G_{EXHW,\ i}$ = débit massique instantané des gaz d'échappement (en kg/s)

f = fréquence de collecte des données (en Hz)

n = nombre de mesures.

Pour le calcul des NO_x, le facteur de correction de l'humidité k_H, décrit ci-dessous, est utilisé.

Si elle n'est pas déjà mesurée en conditions humides, la concentration mesurée instantanément est convertie en valeurs rapportées à des conditions humides comme décrit ci-dessous.

2.1.2.2. Correction pour le passage des conditions sèches aux conditions humides

Si la concentration mesurée instantanément est déterminée en conditions sèches, elle est convertie en valeurs rapportées à des conditions humides en appliquant les formules suivantes:

$conc_{hum} = k_W$ x $conc_{sec}$

où:

$$K_{W,\ r,1} = \left(\frac{1}{1 + 1{,}88 \times 0{,}005 \times \left(conc_{CO} + conc_{CO_2} \right) + K_{W2}} \right)$$

avec

$$k_{\mathrm{W2}} = \frac{1{,}608 \times H_{\mathrm{a}}}{1000 + \left(1{,}608 \times H_{\mathrm{a}} \right)}$$

▼C1

où:

$conc_{CO2}$ = concentration de CO_2 dans des conditions sèches (en %)

$conc_{CO}$ = concentration de CO dans des conditions sèches (en %)

H_a = humidité de l'air d'admission (en grammes d'eau par kg d'air sec)

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale, en kPa.

Note: H_a peut être déterminée à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

2.1.2.3. Correction de l'humidité et de la température pour les 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 donnés par la formule suivante:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times (H_a - 10{,}71) + 0{,}0045 \times (T_a - 298)}$$

où:

T_a = température de l'air d'admission (en K)

H_a = humidité de l'air d'admission (en grammes d'eau par kg d'air sec)

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

où:

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa).

Note: H_a peut être déterminée à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

▼M6

2.1.2.4. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions spécifiques (g/kWh) sont calculées comme suit pour chaque constituant individuellement:

$$\text{Gaz individuel} = \frac{(1/10)M_{gaz,froid} + (9/10)M_{gaz,chaud}}{(1/10)W_{eff,froid} + (9/10)W_{eff,chaud}}$$

▼M6

où:

$M_{gaz,froid}$ = masse totale des gaz polluants sur la durée du cycle de démarrage à froid (en g)

$M_{gaz,chaud}$ = masse totale des gaz polluants sur la durée du cycle de démarrage à chaud

$W_{eff,froid}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à froid, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh)

$W_{eff,chaud}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à chaud, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh).

▼C1

2.1.3. *Détermination des particules*

▼M6

2.1.3.1. Calcul des émissions massiques

Les masses de particules $M_{PT,froid}$ et $M_{PT,chaud}$ (g/essai) sont calculées selon l'une ou l'autre des méthodes suivantes.

a) $M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{EDFW}}{1000}$

où:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ pour le cycle de démarrage à froid

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ pour le cycle de démarrage à chaud

XM_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle (en mg)

M_{EDFW} = masse de l'équivalent de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (en kg)

M_{SAM} = masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules (en kg)

La masse totale d'équivalent de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle est déterminée comme suit:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^{1=n} G_{EDFW,i} \times \frac{1}{f}$$

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

où:

$G_{EDFW,i}$ = débit massique instantané équivalent de gaz d'échappement dilués (en kg/s)

$G_{EXHW,i}$ = débit massique instantané de gaz d'échappement (en kg/s)

q_i= taux de dilution instantané

$G_{TOTW,i}$ = débit massique instantané de gaz d'échappement dilués dans le tunnel de dilution (en kg/s)

$G_{DILW,i}$ = débit massique instantané d'air de dilution (en kg/s)

f = fréquence de collecte des données (en Hz)

n = nombre de mesures

▼M6

b) $M_{PT} = \frac{M_f}{r_s \times 1000}$

où:

M_{PT} = $M_{PT,cold}$ pour le cycle de démarrage à froid

M_{PT} = $M_{PT,hot}$ pour le cycle de démarrage à chaud

M_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle (en mg)

r_s = rapport d'échantillonnage moyen sur la durée du cycle d'essai

où:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \times \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

M_{SE} = masse de gaz d'échappement prélevée sur la durée du cycle (en kg)

M_{EXHW} = débit massique total de gaz d'échappement sur la durée du cycle (en kg)

M_{SAM} = masse de gaz d'échappement dilués traversant les filtres à particules (en kg)

M_{TOTW} = masse de gaz d'échappement dilués passant dans le tunnel de dilution (en kg)

NOTE: Dans le cas d'un système d'échantillonnage total, M_{SAM} et M_{TOTW} sont identiques.

▼C1

2.1.3.2. Correction de l'humidité pour les émissions de particules

Comme les émissions de particules des moteurs Diesel dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de particules doit être corrigée en fonction de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur Kp donné par la formule suivante:

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0{,}0133 \times \left(H_a - 10{,}71\right)\right]}$$

où:

H_a = humidité de l'air d'admission, en grammes d'eau par kilo d'air sec

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa).

Note: H_a peut être déterminée à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

▼M6

2.1.3.3. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions spécifiques (g/kWh) sont calculées de la manière suivante:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,froid} \times M_{PT,froid} + (9/10)K_{p,chaud} \times M_{PT,chaud}}{(1/10)W_{eff,froid} + (9/10)W_{eff,chaud}}$$

où:

$M_{PT,froid}$ = masse de particules sur la durée du cycle de démarrage à froid (en g/essai)

$M_{PT,chaud}$ = masse de particules sur la durée du cycle de démarrage à chaud (en g/essai)

$K_{p,\ froid}$ = facteur de correction de l'humidité pour les particules sur la durée du cycle de démarrage à froid

$K_{p,\ chaud}$ = facteur de correction de l'humidité pour les particules sur la durée du cycle de démarrage à chaud

$W_{eff,\ froid}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à froid, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh)

$W_{eff,\ chaud}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à chaud, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh).

▼C1

2.2. **Détermination des composants gazeux et des particules à l'aide d'un système de dilution en circuit principal**

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement dilués, il faut connaître le débit massique de ces gaz. Le débit total de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle M_{TOTW} (kg/essai) est calculé à partir des valeurs de mesure collectées durant le cycle et des données d'étalonnage correspondantes du débitmètre (V_0 pour la PDP, K_V pour le CVF, C_d pour le SSV) à l'aide de l'une des méthodes décrites au point 2.2.1. Si la masse totale de l'échantillon de particules (M_{SAM}) et de gaz polluants dépasse 0,5 % du débit total du système CVS (M_{TOTW}), le débit du système CVS est corrigé pour tenir compte de M_{SAM} ou le débit de l'échantillon de particules est ramené au système CVS avant le débitmètre.

2.2.1. *Détermination du débit de gaz d'échappement dilués*

Système PDP-CVS

Le débit massique durant le cycle est calculé comme suit si la température des gaz d'échappement dilués est maintenue dans une limite de ± 6 K durant tout le cycle à l'aide d'un échangeur de chaleur:

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times V_0 \times N_P \times (p_B - p_1) \times 273/(101{,}3 \times T)$$

où:

M_{TOTW} = masse de gaz d'échappement dilués en conditions humides durant le cycle (en kg)

V_0 = volume de gaz pompé par tour dans les conditions d'essai (en m^3/tr)

N_P = nombre total de tours de la pompe par essai

PB = 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)

▼C1

Si un système à compensation de débit est utilisé (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur), 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:

$M_{TOTW,i} = 1{,}293 \times V_0 \times N_{P,\ i}\ x\ (p_B - p_1) \times 273/(101{,}3\ x\ T)$

où:

$N_{P,\ i}$ = nombre total de tours de la pompe par intervalle de temps

Système CFV-CVS

Le débit massique durant le cycle est calculé comme suit si la température des gaz d'échappement dilués est maintenue dans une limite de ± 11 K durant tout le cycle à l'aide d'un échangeur de chaleur:

$M_{TOTW} = 1{,}293 \times t \times K_v \times p_A/T\ 0{,}5$

où:

M_{TOTW} = masse de gaz d'échappement dilués en conditions humides durant le cycle (en kg)

t = temps de cycle (en s)

K_V = coefficient d'étalonnage du venturi à écoulement critique dans des conditions normalisées

p_A = pression absolue à l'entrée du venturi (en kPa)

T = température absolue à l'entrée du venturi (en K)

Si un système à compensation de débit est utilisé (c'est-à-dire sans échangeur de chaleur), 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:

$M_{TOTW,i} = 1{,}293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_A/T\ 0{,}5$

où:

Δt_i = intervalle de temps, en s

Système SSV-CVS

Le débit massique durant le cycle est calculé comme suit si la température des gaz d'échappement dilués est maintenue dans une limite de ± 11 K durant tout le cycle à l'aide d'un échangeur de chaleur:

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times Q_{SSV}$$

où:

$$Q_{SSV} = A_0\, d^2\, C_d\, P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1.4286} - r^{1.7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1.4286}}\right)\right]}$$

A_0 = série de constantes et de conversions d'unités

$$= 0{,}006111 \text{ en unités SI } \left(\frac{m^3}{\min}\right)\left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa}\right)\left(\frac{1}{mm^2}\right)$$

▼C1

d = diamètre du col du SSV (en m)

C_d = coefficient de décharge du SSV

P_A = pression absolue à l'entrée du venturi (en kPa)

T = température à l'entrée du venturi (en K)

r = rapport entre les pressions statiques absolues au col et à l'entrée du SSV = $1 - \frac{\Delta P}{P_A}$

ß = 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 de chaleur), 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:

$$M_{TOTW} = 1{,}293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_i$$

où:

$$Q_{SSV} = A_0 \, d^2 \, C_d \, P_A \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r^{1.4286} - r^{1.7143}\right)\left(\frac{1}{1-\beta^4 r^{1.4286}}\right)\right]}$$

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 est initialisé avec Q_{ssv}, la valeur initiale de Q_{ssv} est utilisée pour évaluer Re.

Lors de tous les essais d'émissions, le nombre de Reynolds au col du SSV doit être proche des nombres de Reynolds utilisés pour établir la courbe d'étalonnage établie conformément à l'appendice 2, point 3.2.

2.2.2. *Correction de l'humidité pour les 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 de l'air ambiant en appliquant les facteurs donnés par les formules suivantes:

$$k_H = \frac{1}{1 - 0{,}0182 \times \left(H_a - 10{,}71\right) + 0{,}0045 \times \left(T_a - 298\right)}$$

où:

T_a = température de l'air (en K)

H_a = humidité de l'air d'admission, en grammes d'eau par kg d'air sec

où:

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

▼C1

R_a = humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a = pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B = pression barométrique totale (en kPa)

Note: H_a peut être déterminée à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

2.2.3. *Calcul du débit massique des émissions*

2.2.3.1. Systèmes à débit massique constant

Dans le cas des systèmes équipés d'un échangeur de chaleur, la masse des polluants M_{gaz} (g/essai) est dérivée de l'équation suivante:

$$M_{gaz} = u \times conc \times M_{TOTW}$$

où:

u = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité des gaz d'échappement dilués, comme indiqué au tableau 4, point 2.1.2.1

conc = concentrations moyennes corrigées des concentrations de fond sur la durée du cycle à partir de l'intégration (obligatoire pour les NO_xet les HC) ou de la mesure en sacs (en ppm)

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle telle qu'elle est déterminée au point 2.2.1 (en kg)

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur k_H, comme décrit au point 2.2.2.

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 1.3.2.

2.2.3.1.1. Détermination des concentrations corrigées des concentrations de fond

La concentration de fond 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 de concentrations de fond 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:

$$conc = conc_e - conc_d \times (1 - (1/DF))$$

où:

conc = concentration du polluant correspondant dans les gaz d'échappement dilués, corrigée de la quantité de polluant correspondant contenue dans l'air de dilution

$conc_e$ = 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

▼C1

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

$$DF = \frac{13{,}4}{conc_{e\,CO2} + (conc_{e\,HC} + conc_{eCO}) \times 10^{-4}}$$

2.2.3.2. Systèmes à compensation de débit

Lorsque le système n'est pas équipé d'un échangeur de chaleur, la masse des polluants M_{gaz} (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 pour tenir compte de la concentration de fond est appliquée directement à la valeur instantanée de concentration. Les formules suivantes sont appliquées:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^{n} \left(M_{TOTW,\,i} \times conc_{e,\,i} \times u\right) - \left(M_{TOTW} \times conc_{d} \times \left(1 - 1/DF\right) \times u\right)$$

où:

$conc_{e,\,i}$ = concentration instantanée 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)

u = rapport entre la densité du composant des gaz d'échappement et la densité des gaz d'échappement dilués, comme indiqué au tableau 4, point 2.1.2.1

$M_{TOTW,\,i}$ = masse instantanée de gaz d'échappement dilués (point 2.2.1) (en kg)

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (point 2.2.1) (en kg)

DF = facteur de dilution tel qu'il est déterminé au point 2.2.3.1.1.

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur k_H, comme décrit au point 2.2.2.

▼M6

2.2.4. *Calcul des émissions spécifiques*

Les émissions spécifiques (g/kWh) sont calculées comme suit pour chaque constituant individuellement:

$$\text{Gaz Individuel} = \frac{(1/10)M_{\text{gaz, froid}} + (9/10)M_{\text{gaz, chaud}}}{(1/10)W_{\text{eff, froid}} + (9/10)W_{\text{eff, chaud}}}$$

où:

$M_{\text{gaz, froid}}$ = masse totale des gaz polluants sur la durée du cycle de démarrage à froid (en g)

$M_{\text{gaz, chaud}}$ = masse totale des gaz polluants sur la durée du cycle de démarrage à chaud

$W_{\text{eff, froid}}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à froid, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh)

$W_{\text{eff, chaud}}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à chaud, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh).

▼C1

2.2.5. *Calcul des émissions de particules*

▼M6

2.2.5.1. Calcul du débit massique

Les masses de particules $M_{PT,froid}$ et $M_{PT,chaud}$ (g/essai) sont calculées comme suit:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

où:

M_{PT} = $M_{PT,froid}$ pour le cycle de démarrage à froid

M_{PT} = $M_{PT,chaud}$ pour le cycle de démarrage à chaud

M_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle (en mg)

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle telle qu'elle est déterminée au point 2.2.1 (en kg)

M_{SAM} = masse de gaz d'échappement dilués prélevée dans le tunnel de dilution pour la collecte des particules (en kg)

et

M_f = $M_{f,p}$ + $M_{f,b}$, si ces valeurs sont pesées séparément (en mg)

$M_{f,p}$ = masse de particules collectée sur le filtre primaire (en mg)

$M_{f,b}$ = masse de particules collectée sur le filtre secondaire (en mg)

Si un système à double dilution est utilisé, la masse d'air de dilution secondaire doit être soustraite de la masse totale de gaz d'échappement doublement dilués qui a été prélevée au travers les filtres à particules.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

où:

M_{TOT} = masse de gaz d'échappement doublement dilués qui traverse le filtre à particules (en kg)

M_{SEC} = masse d'air de dilution secondaire (en kg)

Si la concentration de fond de particules dans l'air de dilution est déterminée conformément à l'annexe III, point 4.4.4, la masse de particules peut être corrigée pour tenir compte de la concentration de fond. Dans ce cas, les masses de particules $M_{PT,froid}$ et $M_{PT,chaud}$ (g/essai) sont calculées comme suit:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

où:

M_{PT} = $M_{PT,froid}$ pour le cycle de démarrage à froid

M_{PT} = $M_{PT,chaud}$ pour le cycle de démarrage à chaud

M_f, M_{SAM}, M_{TOTW} = voir ci dessus

M_{DIL} = masse d'air de dilution primaire prélevée par le système de prélèvement des particules dans l'air de dilution (en kg)

M_d = masse de particules collectées dans l'air de dilution primaire (en mg)

DF = facteur de dilution tel qu'il est déterminé au point 2.2.3.1.1.

▼C1

2.2.5.2. Correction de l'humidité pour les émissions de NO_x

Comme les émissions de particules des moteurs Diesel dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de particules doit être corrigée en fonction de l'humidité de l'air ambiant en appliquant le facteur Kp donné par la formule suivante:

$$k_p = \frac{1}{\left[1 + 0{,}0133 \times \left(H_a - 10{,}71\right)\right]}$$

où:

H_a = humidité de l'air d'admission, en grammes d'eau par kg d'air sec

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

où

R_a: humidité relative de l'air d'admission (en %)

p_a: pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (en kPa)

p_B: pression barométrique totale (en kPa)

Note: H_a peut être déterminée à partir de la mesure de l'humidité relative, comme décrit ci-dessus, ou à partir de la mesure du point de rosée, de la pression de vapeur ou de la température du thermomètre sec/mouillé à l'aide des formules communément acceptées.

▼M6

2.2.5.3. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions spécifiques (g/kWh) sont calculées de la manière suivante:

$$PT = \frac{(1/10)K_{p,froid} \times M_{PT,froid} + (9/10)K_{p,chaud} \times M_{PT,chaud}}{(1/10)W_{eff,froid} + (9/10)W_{eff,chaud}}$$

où:

$M_{PT,froid}$ = masse de particules sur la durée du cycle de démarrage à froid de l'essai NRTC (en g/essai)

$M_{PT,chaud}$ = masse de particules sur la durée du cycle de démarrage à chaud de l'essai NRTC (en g/essai)

$K_{p,\ froid}$ = facteur de correction de l'humidité pour les particules sur la durée du cycle de démarrage à froid

$K_{p,\ chaud}$ = facteur de correction de l'humidité pour les particules sur la durée du cycle de démarrage à chaud

$W_{eff,froid}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à froid, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh)

$W_{eff,chaud}$ = travail du cycle effectif sur la durée du cycle de démarrage à chaud, tel qu'il est déterminé à l'annexe III, point 4.6.2 (en kWh).

▼M3
▼C1

Appendice 4

PROGRAMMATION DU DYNAMOMÈTRE POUR L'ESSAI NRTC

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
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	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0
24	1	3
25	1	3
26	1	3
27	1	3
28	1	3
29	1	3
30	1	6
31	1	6
32	2	1
33	4	13
34	7	18
35	9	21
36	17	20
37	33	42
38	57	46
39	44	33

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
44	105	47
45	98	70
46	104	36
47	104	65
48	96	71
49	101	62
50	102	51
51	102	50
52	102	46
53	102	41
54	102	31
55	89	2
56	82	0
57	47	1
58	23	1
59	1	3
60	1	8
61	1	3
62	1	5
63	1	6
64	1	4
65	1	4
66	0	6
67	1	4
68	9	21
69	25	56
70	64	26
71	60	31
72	63	20
73	62	24
74	64	8
75	58	44
76	65	10
77	65	12
78	68	23
79	69	30
80	71	30
81	74	15

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
82	71	23
83	73	20
84	73	21
85	73	19
86	70	33
87	70	34
88	65	47
89	66	47
90	64	53
91	65	45
92	66	38
93	67	49
94	69	39
95	69	39
96	66	42
97	71	29
98	75	29
99	72	23
100	74	22
101	75	24
102	73	30
103	74	24
104	77	6
105	76	12
106	74	39
107	72	30
108	75	22
109	78	64
110	102	34
111	103	28
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43
122	103	34
123	102	41

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96
276	80	97
277	92	96
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60
356	72	49
357	56	27
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69
709	100	68
710	102	71
711	101	64

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
796	48	6
797	48	4
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1 000	81	50
1 001	81	41
1 002	81	35
1 003	81	37
1 004	81	29
1 005	81	28

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 006	81	24
1 007	81	19
1 008	81	16
1 009	80	16
1 010	83	23
1 011	83	17
1 012	83	13
1 013	83	27
1 014	81	58
1 015	81	60
1 016	81	46
1 017	80	41
1 018	80	36
1 019	81	26
1 020	86	18
1 021	82	35
1 022	79	53
1 023	82	30
1 024	83	29
1 025	83	32
1 026	83	28
1 027	76	60
1 028	79	51
1 029	86	26
1 030	82	34
1 031	84	25
1 032	86	23
1 033	85	22
1 034	83	26
1 035	83	25
1 036	83	37
1 037	84	14
1 038	83	39
1 039	76	70
1 040	78	81
1 041	75	71
1 042	86	47
1 043	83	35
1 044	81	43
1 045	81	41
1 046	79	46
1 047	80	44

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 048	84	20
1 049	79	31
1 050	87	29
1 051	82	49
1 052	84	21
1 053	82	56
1 054	81	30
1 055	85	21
1 056	86	16
1 057	79	52
1 058	78	60
1 059	74	55
1 060	78	84
1 061	80	54
1 062	80	35
1 063	82	24
1 064	83	43
1 065	79	49
1 066	83	50
1 067	86	12
1 068	64	14
1 069	24	14
1 070	49	21
1 071	77	48
1 072	103	11
1 073	98	48
1 074	101	34
1 075	99	39
1 076	103	11
1 077	103	19
1 078	103	7
1 079	103	13
1 080	103	10
1 081	102	13
1 082	101	29
1 083	102	25
1 084	102	20
1 085	96	60
1 086	99	38
1 087	102	24
1 088	100	31
1 089	100	28

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 090	98	3
1 091	102	26
1 092	95	64
1 093	102	23
1 094	102	25
1 095	98	42
1 096	93	68
1 097	101	25
1 098	95	64
1 099	101	35
1 100	94	59
1 101	97	37
1 102	97	60
1 103	93	98
1 104	98	53
1 105	103	13
1 106	103	11
1 107	103	11
1 108	103	13
1 109	103	10
1 110	103	10
1 111	103	11
1 112	103	10
1 113	103	10
1 114	102	18
1 115	102	31
1 116	101	24
1 117	102	19
1 118	103	10
1 119	102	12
1 120	99	56
1 121	96	59
1 122	74	28
1 123	66	62
1 124	74	29
1 125	64	74
1 126	69	40
1 127	76	2
1 128	72	29
1 129	66	65
1 130	54	69
1 131	69	56

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 132	69	40
1 133	73	54
1 134	63	92
1 135	61	67
1 136	72	42
1 137	78	2
1 138	76	34
1 139	67	80
1 140	70	67
1 141	53	70
1 142	72	65
1 143	60	57
1 144	74	29
1 145	69	31
1 146	76	1
1 147	74	22
1 148	72	52
1 149	62	96
1 150	54	72
1 151	72	28
1 152	72	35
1 153	64	68
1 154	74	27
1 155	76	14
1 156	69	38
1 157	66	59
1 158	64	99
1 159	51	86
1 160	70	53
1 161	72	36
1 162	71	47
1 163	70	42
1 164	67	34
1 165	74	2
1 166	75	21
1 167	74	15
1 168	75	13
1 169	76	10
1 170	75	13
1 171	75	10
1 172	75	7
1 173	75	13

▼C1

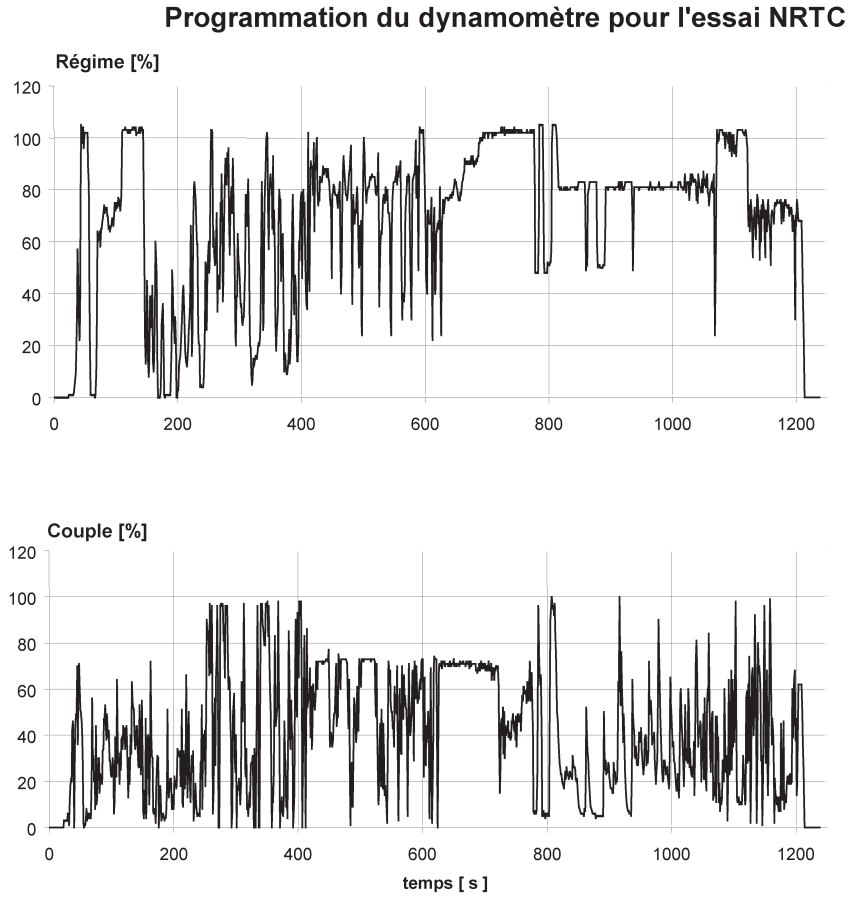
Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 174	76	8
1 175	76	7
1 176	67	45
1 177	75	13
1 178	75	12
1 179	73	21
1 180	68	46
1 181	74	8
1 182	76	11
1 183	76	14
1 184	74	11
1 185	74	18
1 186	73	22
1 187	74	20
1 188	74	19
1 189	70	22
1 190	71	23
1 191	73	19
1 192	73	19
1 193	72	20
1 194	64	60
1 195	70	39
1 196	66	56
1 197	68	64
1 198	30	68
1 199	70	38
1 200	66	47
1 201	76	14
1 202	74	18
1 203	69	46
1 204	68	62
1 205	68	62
1 206	68	62
1 207	68	62
1 208	68	62
1 209	68	62
1 210	54	50
1 211	41	37
1 212	27	25
1 213	14	12
1 214	0	0
1 215	0	0

▼C1

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 216	0	0
1 217	0	0
1 218	0	0
1 219	0	0
1 220	0	0
1 221	0	0
1 222	0	0
1 223	0	0
1 224	0	0
1 225	0	0
1 226	0	0
1 227	0	0
1 228	0	0
1 229	0	0
1 230	0	0
1 231	0	0
1 232	0	0
1 233	0	0
1 234	0	0
1 235	0	0
1 236	0	0
1 237	0	0
1 238	0	0

▼C1

La figure ci-dessous est une représentation graphique de la programmation du dynamomètre pour l'essai NRTC.



▼M8

Appendice 5

Prescriptions en matière de durabilité

1. VÉRIFICATION DE LA DURABILITÉ DES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION DES PHASES III A ET III B

Le présent appendice s'applique uniquement aux moteurs à allumage par compression des phases III A et III B.

1.1. Les constructeurs déterminent une valeur FD (facteur de détérioration) pour chaque polluant réglementé pour toutes les familles de moteurs des phases III A et III B. Ces valeurs FD sont utilisées pour les essais de réception par type et les essais au niveau des chaînes de production.

1.1.1. Les essais visant à établir les valeurs FD sont menés comme suit:

1.1.1.1. le constructeur procède à des essais de durabilité pour accumuler des heures de fonctionnement des moteurs selon un programme d'essais qui, sur la base d'une bonne appréciation technique, est élaboré de manière à être représentatif de la détérioration des caractéristiques d'émissions lors du fonctionnement du moteur dans les conditions normales d'utilisation. La période d'essai de durabilité devrait normalement représenter au moins l'équivalent d'un quart de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions (EDP).

Les heures de fonctionnement peuvent être accumulées en faisant fonctionner les moteurs sur un banc dynamométrique ou dans des conditions réelles de fonctionnement. Des essais de durabilité accélérés peuvent être effectués en exécutant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement avec un facteur de charge plus élevé que dans les conditions normales d'utilisation. Le facteur d'accélération, c'est-à-dire le nombre d'heures d'essai de durabilité du moteur par rapport au nombre équivalent d'heures EDP, est déterminé par le constructeur sur la base d'une bonne appréciation technique.

Au cours de la période d'essai de durabilité, aucun élément important sur le plan des émissions ne peut être révisé ou remplacé en dehors de ce qui est prévu par le programme normal d'entretien recommandé par le constructeur.

Sur la base d'une bonne appréciation technique, le constructeur choisit le moteur, les sous-systèmes ou les composants à utiliser pour déterminer les valeurs FD des émissions d'une famille de moteurs ou de familles de moteurs dotées de techniques comparables en matière de maîtrise des émissions. Le moteur soumis à l'essai doit représenter les caractéristiques de détérioration des émissions des familles de moteurs auxquelles seront appliquées les valeurs FD aux fins de la réception par type. Les moteurs qui diffèrent au niveau de l'alésage et de la course, de la configuration, de la gestion de l'air et de l'alimentation peuvent être considérés comme équivalents en ce qui concerne les caractéristiques de détérioration des émissions si cette équivalence est étayée par des éléments techniques suffisants.

Les valeurs FD d'autres constructeurs peuvent être utilisées si l'on peut considérer raisonnablement qu'il existe une équivalence technologique en matière de détérioration des émissions et si l'on peut démontrer que les essais ont été effectués selon les prescriptions spécifiées. Les essais d'émissions sont effectués conformément aux procédures décrites dans la présente directive, après le rodage initial du moteur, mais avant tout essai d'accumulation d'heures de fonctionnement et à l'issue de la période d'essai de durabilité. Des essais d'émissions peuvent aussi être effectués à intervalles pendant la période d'accumulation d'heures de fonctionnement et les données obtenues peuvent être utilisées pour déterminer la tendance à la détérioration des émissions.

▼M8

1.1.1.2. Il n'est pas nécessaire que l'autorité responsable de la réception assiste aux essais d'accumulation d'heures de fonctionnement ou aux essais d'émissions effectués pour déterminer la détérioration des caractéristiques d'émissions.

1.1.1.3. Détermination des valeurs FD sur la base des essais de durabilité

Un facteur FD additif est défini comme étant la valeur obtenue en soustrayant la valeur d'émissions déterminée au début de la période EDP de la valeur d'émissions déterminée à la fin de la période EDP.

Un facteur FD multiplicateur est défini comme étant le niveau d'émissions déterminé à la fin de la période EDP divisé par la valeur d'émissions enregistrée au début de la période EDP.

Des valeurs FD distinctes sont établies pour chacun des polluants couverts par la législation. La valeur d'un facteur FD additif pour la norme NO_x + HC est déterminée sur la base de la somme des polluants, nonobstant le fait qu'une valeur de détérioration négative pour un polluant peut ne pas compenser la détérioration pour l'autre polluant. Dans le cas d'un facteur FD multiplicateur pour les NO_x + HC, des valeurs FD séparées sont déterminées pour les HC et les NO_x; ces valeurs sont appliquées séparément lors du calcul des niveaux d'émissions détériorés à partir du résultat d'un essai d'émissions, avant de combiner les valeurs de détérioration des émissions de NO_x et de HC afin de déterminer si la norme est respectée.

Dans les cas où les essais ne sont pas effectués pendant toute la période EDP, les valeurs d'émissions à la fin de la période EDP sont déterminées par extrapolation à la période EDP entière de la tendance à la détérioration des émissions établie pendant la période d'essai.

Lorsque les résultats des essais d'émissions ont été enregistrés périodiquement au cours de la période d'essai de durabilité, des techniques de traitement statistique standard basées sur les règles de l'art sont appliquées pour déterminer les niveaux d'émissions à la fin de la période EDP; une analyse de la signification statistique peut être effectuée lors de la détermination des valeurs d'émissions finales.

Si le résultat du calcul est une valeur inférieure à 1,00 pour un facteur FD multiplicateur ou inférieur à 0,00 pour un facteur FD additif, la valeur FD est respectivement de 1,0 ou 0,00.

1.1.1.4. Avec l'accord de l'autorité responsable de la réception, un constructeur peut utiliser des valeurs FD établies à partir des résultats d'essais de durabilité effectués pour obtenir des valeurs FD pour la réception de moteurs à combustion interne destinés aux poids lourds routiers. Cette possibilité est ouverte s'il existe une équivalence technologique entre le moteur routier soumis à l'essai et la famille de moteurs non routiers auxquels sont appliquées les valeurs FD en vue de leur réception. Les valeurs FD dérivées des résultats d'essais de durabilité des caractéristiques d'émissions de moteurs routiers doivent être calculées sur la base des valeurs EDP définies au point 3.

1.1.1.5. Dans le cas où une famille de moteurs utilise une technologie bien établie, les essais peuvent être remplacés par une analyse reposant sur les règles de l'art pour déterminer un facteur de détérioration pour cette famille de moteurs, moyennant l'accord de l'autorité responsable de la réception.

1.2. **Informations relatives aux valeurs FD dans les demandes de réception**

1.2.1. Les facteurs FD additifs sont spécifiés pour chaque polluant dans la demande de réception d'une famille de moteurs à allumage par compression non dotés d'un dispositif de post-traitement.

▼M8

1.2.2. Les facteurs FD multiplicateurs sont spécifiés pour chaque polluant dans la demande de certification d'une famille de moteurs à allumage par compression dotés d'un dispositif de post-traitement.

1.2.3. À la demande de l'autorité responsable de la réception par type, le constructeur transmet à celle-ci les informations étayant les valeurs FD établies. Ces informations comprennent généralement les résultats des essais d'émissions, le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, les procédures d'entretien, ainsi que, le cas échéant, des informations à l'appui des appréciations techniques relatives à l'équivalence technologique.

2. VÉRIFICATION DE LA DURABILITÉ DES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION DE LA PHASE IV

2.1. **Généralités**

2.1.1. La présente section s'applique aux moteurs à allumage par compression de la phase IV. À la demande du constructeur, elle peut également s'appliquer aux moteurs à allumage par compression des phases III A et III B en lieu et place des prescriptions de la section 1 du présent appendice.

2.1.2. La présente section 2 décrit les procédures de sélection des moteurs à tester dans le cadre d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement afin de déterminer les facteurs de détérioration aux fins de la réception par type d'un moteur de phase IV et des évaluations de la conformité de la production. Les facteurs de détérioration s'appliquent, conformément au point 2.4.7, aux émissions mesurées conformément à l'annexe III de la présente directive.

2.1.3. Il n'est pas nécessaire que l'autorité responsable de la réception assiste aux essais d'accumulation d'heures de fonctionnement ou aux essais d'émissions effectués pour déterminer la détérioration des caractéristiques d'émissions.

2.1.4. La présente section 2 décrit également les entretiens liés ou non aux émissions qui doivent être effectués sur les moteurs utilisés dans le cadre d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Ces entretiens doivent être conformes à ceux effectués sur les moteurs en service et communiqués aux propriétaires de nouveaux moteurs.

2.1.5. À la demande du constructeur, l'autorité responsable de la réception par type peut autoriser l'utilisation de facteurs de détérioration qui ont été établis en utilisant des procédures alternatives à celles spécifiées aux points 2.4.1 à 2.4.5. Dans ce cas, le constructeur doit démontrer, à la satisfaction de l'autorité responsable de la réception, que les procédures alternatives qui ont été utilisées ne sont pas moins rigoureuses que celles exposées aux points 2.4.1 à 2.4.5.

2.2. **Définitions**

Applicables à la section 2 de l'appendice 5.

2.2.1. «Cycle de vieillissement» désigne le fonctionnement de la machine ou du moteur (régime, charge, puissance) qui doit s'effectuer durant la période d'accumulation d'heures de service.

2.2.2. «Composant critique en rapport avec les émissions» désigne les composants qui sont destinés principalement à la maîtrise des émissions, c'est-à-dire tout système de post-traitement des gaz d'échappement, l'unité de commande électronique du moteur (ECU) et ses commandes et capteurs associés et le système EGR, y compris tous les filtres, refroidisseurs, soupapes de contrôle et tuyaux s'y rapportant.

2.2.3. «Entretien critique en rapport avec les émissions» désigne l'entretien à effectuer sur des composants critiques en rapport avec les émissions.

▼M8

2.2.4. «Entretien en rapport avec les émissions» désigne l'entretien qui affecte sensiblement les émissions ou qui est susceptible d'affecter la détérioration des émissions du véhicule ou du moteur pendant son fonctionnement normal en service.

2.2.5. «Famille de moteurs/systèmes de post-traitement», un groupement, effectué par le constructeur, de moteurs qui répondent à la définition d'une famille de moteurs mais qui sont regroupés en une famille de familles de moteurs utilisant un système similaire de post-traitement des gaz d'échappement.

2.2.6. «Entretien sans rapport avec les émissions» désigne l'entretien qui n'affecte pas sensiblement les émissions et qui n'a pas d'effet durable sur la détérioration des émissions de la machine ou du moteur lors de son utilisation normale en service une fois que l'entretien est effectué.

2.2.7. «Programme d'accumulation d'heures de services» désigne le cycle de vieillissement et la période d'accumulation d'heures de service pour déterminer les facteurs de détérioration propres à la famille de moteurs/systèmes de post-traitement.

2.3. **Sélection des moteurs aux fins de l'établissement des facteurs de détérioration des émissions au cours de la période de durabilité**

2.3.1. Afin de procéder à des essais d'émissions destinés à déterminer les facteurs de détérioration des émissions au cours de la période de durabilité, il convient de choisir des moteurs parmi la famille de moteurs définie à la section 6 de l'annexe I de la présente directive.

2.3.2. Des moteurs de différentes familles de moteurs peuvent être aussi combinés en familles fondées sur le type de système de post-traitement des gaz d'échappement utilisé. Afin de placer dans la même famille de moteurs/systèmes de post-traitement des moteurs dont le nombre et la configuration des cylindres diffèrent mais qui ont les mêmes spécifications techniques et la même installation en ce qui concerne les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, le constructeur doit fournir à l'autorité responsable de la réception des données qui démontrent que les performances de ces systèmes de moteurs en matière de réduction des émissions sont similaires.

2.3.3. Un moteur représentant la famille de moteurs/systèmes de post-traitement, telle que déterminée conformément au point 2.3.2, doit être sélectionné par le constructeur de moteurs pour être testé sur l'ensemble du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement défini au point 2.4.2 et doit être désigné à l'autorité responsable de la réception par type avant le commencement des essais.

2.3.3.1. Si l'autorité responsable de la réception par type décide que la mise à l'essai d'un autre moteur est le meilleur moyen de déterminer le niveau d'émissions le plus élevé de la famille de systèmes de post-traitement, le moteur soumis à l'essai est choisi conjointement par l'autorité responsable de la réception par type et le constructeur du moteur.

2.4. **Établissement des facteurs de détérioration des émissions au cours de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions**

2.4.1. *Généralités*

Les facteurs de détérioration applicables à une famille de moteurs/systèmes de post-traitement sont déterminés à partir des moteurs sélectionnés sur la base d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement qui inclut l'essai périodique des émissions gazeuses et particulaires au cours des essais NRSC et NRTC.

▼**M8**

2.4.2. *Programme d'accumulation d'heures de fonctionnement*

Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être effectués, au choix du constructeur, en soumettant un engin équipé du moteur sélectionné à un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement «en service» ou en soumettant le moteur sélectionné à un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement sur banc de puissance.

2.4.2.1. Programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement en service et sur banc de puissance

2.4.2.1.1. Le constructeur détermine la configuration et la durée de l'accumulation d'heures de fonctionnement et du cycle de vieillissement des moteurs conformément aux bonnes pratiques d'ingénierie.

2.4.2.1.2. Le constructeur détermine les points de l'essai auxquels les émissions gazeuses et particulaires seront mesurées au cours des cycles NRSC et NRTC à chaud. Le nombre minimal de points d'essai est de trois, un au début, un approximativement au milieu et un à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

2.4.2.1.3. Les valeurs d'émissions au point de départ et au point final de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions, calculées conformément au point 2.4.5.2, doivent être à l'intérieur des valeurs limites applicables à la famille de moteurs, mais les résultats d'émissions individuels des points d'essai peuvent dépasser ces valeurs limites.

2.4.2.1.4. À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité responsable de la réception par type, un seul cycle d'essai (essai NRSC ou essai NRTC à chaud) doit être exécuté à chaque point d'essai, l'autre cycle d'essai étant exécuté seulement au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

2.4.2.1.5. Dans le cas des moteurs à régime constant, des moteurs d'une puissance inférieure à 19 kW, des moteurs d'une puissance supérieure à 560 kW, des moteurs destinés aux bateaux navigant sur les voies d'eau intérieures et des moteurs destinés à la propulsion des autorails et des locomotives, seul le cycle NRSC est appliqué à chaque point d'essai.

2.4.2.1.6. Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être différents pour des familles de moteurs/systèmes de post-traitement différentes.

2.4.2.1.7. Les programmes d'accumulation d'heures de fonctionnement peuvent être plus courts que la période de durabilité des caractéristiques d'émissions mais ne peuvent pas être plus courts que l'équivalent d'un quart de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions spécifiée à la section 3 du présent appendice.

2.4.2.1.8. Le vieillissement accéléré est permis en ajustant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement sur la base de la consommation de carburant. L'ajustement doit s'appuyer sur le ratio entre la consommation habituelle de carburant en service et la consommation de carburant sur le cycle de vieillissement, mais la consommation de carburant sur le cycle de vieillissement ne doit pas excéder la consommation habituelle en service de plus de 30 %.

2.4.2.1.9. À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité responsable de la réception par type, des méthodes alternatives de vieillissement accéléré peuvent être autorisées.

2.4.2.1.10. Le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement est entièrement décrit dans la demande de réception par type et communiqué à l'autorité responsable de la réception par type avant le début de tout essai.

▼**M8**

2.4.2.2. Si l'autorité responsable de la réception par type décide que des mesures supplémentaires doivent être effectuées entre les points choisis par le constructeur, elle en informe celui-ci. Le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement révisé doit être préparé par le constructeur et accepté par l'autorité responsable de la réception par type.

2.4.3. *Essais du moteur*

2.4.3.1. Stabilisation du système du moteur

2.4.3.1.1. Pour chaque famille de moteurs/systèmes de post-traitement, le constructeur doit déterminer le nombre d'heures de marche du moteur à partir duquel le fonctionnement du système de post-traitement s'est stabilisé. À la demande de l'autorité responsable de la réception, le constructeur communique les données et l'analyse utilisées pour déterminer ce paramètre. Le constructeur peut opter pour une solution alternative consistant à faire tourner le moteur entre 60 et 125 heures ou le temps équivalent sur le cycle de vieillissement pour stabiliser le moteur/système de post-traitement.

2.4.3.1.2. La fin de la période de stabilisation déterminée au point 2.4.3.1.1 est considérée comme le point de départ du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

2.4.3.2. Essais d'accumulation d'heures de fonctionnement

2.4.3.2.1. Après stabilisation, on fait tourner le moteur selon le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement choisi par le constructeur, tel que décrit au point 2.3.2. À intervalles réguliers pendant le déroulement du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement déterminé par le constructeur et, le cas échéant, lorsque l'autorité responsable de la réception par type le stipule conformément au point 2.4.2.2, le moteur est soumis à des essais d'émissions gazeuses et particulaires sur les cycles NRSC et NRTC à chaud.

Le constructeur peut choisir de mesurer les émissions de polluants avant tout système de post-traitement des gaz d'échappement séparément des émissions de polluants après tout système de post-traitement des gaz d'échappement.

Conformément au point 2.4.2.1.4, s'il a été convenu qu'un seul cycle d'essai (NRSC ou NRTC à chaud) doit être exécuté à chaque point d'essai, l'autre cycle d'essai (NRSC ou NRTC à chaud) doit être exécuté au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

Conformément au point 2.4.2.1.5, dans le cas des moteurs à régime constant, des moteurs d'une puissance inférieure à 19 kW, des moteurs d'une puissance supérieure à 560 kW, des moteurs destinés aux bateaux navigant sur les voies d'eau intérieures et des moteurs destinés à la propulsion des autorails et des locomotives, seul le cycle NRSC est appliqué à chaque point d'essai.

2.4.3.2.2. Au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, les opérations d'entretien sont effectuées sur le moteur conformément au point 2.5.

2.4.3.2.3. Durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, des entretiens non programmés peuvent être effectués sur le moteur ou la machine, par exemple si le système de diagnostic normal du constructeur a détecté un problème qui aurait indiqué à l'opérateur qu'une panne s'est produite.

▼**M8**

2.4.4. *Rapports*

2.4.4.1. Les résultats de l'ensemble des essais d'émissions (NRSC et NRTC à chaud) effectués au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement doivent être communiqués à l'autorité responsable de la réception par type. Si l'un des essais d'émissions est déclaré nul, le constructeur doit fournir une explication de la raison pour laquelle l'essai a été déclaré nul. Dans ce cas, une autre série d'essais d'émissions est effectuée au cours des 100 heures suivantes d'accumulation d'heures de fonctionnement.

2.4.4.2. Le constructeur doit conserver les enregistrements de toutes les informations concernant l'ensemble des essais d'émissions et des opérations d'entretien effectués sur le moteur durant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Ces informations doivent être soumises à l'autorité responsable de la réception en même temps que les résultats des essais d'émissions menés au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

2.4.5. *Détermination des facteurs de détérioration*

2.4.5.1. Pour chaque polluant mesuré lors des essais NRSC et NRTC à chaud à chaque point d'essai pendant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, une analyse de régression linéaire donnant «le meilleur ajustement» est effectuée sur la base de l'ensemble des résultats des essais. Pour chaque polluant, les résultats de chaque essai doivent comporter une décimale de plus que le nombre de décimales de la valeur limite du polluant applicable à la famille de moteurs.

Conformément au point 2.4.2.1.4 ou au point 2.4.2.1.5, si un cycle d'essai seulement (NRSC ou NRTC à chaud) a été effectué à chaque point d'essai, l'analyse de régression se fait uniquement sur la base des résultats du cycle d'essai effectué à chaque point d'essai.

À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord préalable de l'autorité responsable de la réception par type, une régression non linéaire est permise.

2.4.5.2. Les valeurs d'émissions pour chaque polluant au démarrage du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement et à l'expiration de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions qui est applicable au moteur essayé sont calculées à partir de l'équation de régression. Si le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement est plus court que la période de durabilité des caractéristiques d'émissions, les valeurs d'émissions à l'expiration de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions sont déterminées par extrapolation de l'équation de régression comme déterminé au point 2.4.5.1.

Dans le cas où les valeurs d'émissions sont utilisées pour des familles de moteurs appartenant à la même famille de moteurs/systèmes de post-traitement mais ayant des périodes différentes de durabilité des caractéristiques d'émissions, les valeurs d'émissions à l'expiration de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions sont recalculées pour chaque période de durabilité des caractéristiques d'émissions par extrapolation ou interpolation de l'équation de régression comme déterminé au point 2.4.5.1.

2.4.5.3. Le facteur de détérioration (FD) pour chaque polluant est défini comme le ratio des valeurs d'émissions appliquées à l'expiration de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions et au démarrage du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement (facteur de détérioration multiplicateur).

À la demande du constructeur et sous réserve de l'accord préalable de l'autorité responsable de la réception par type, un facteur FD additif pour chaque polluant peut être appliqué. Le facteur FD est considéré comme la différence entre les valeurs d'émissions calculées à l'expiration de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions et au démarrage du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement.

▼M8

Un exemple pour la détermination des facteurs FD en utilisant la régression linéaire est présenté à la figure 1 pour les émissions de NO_x.

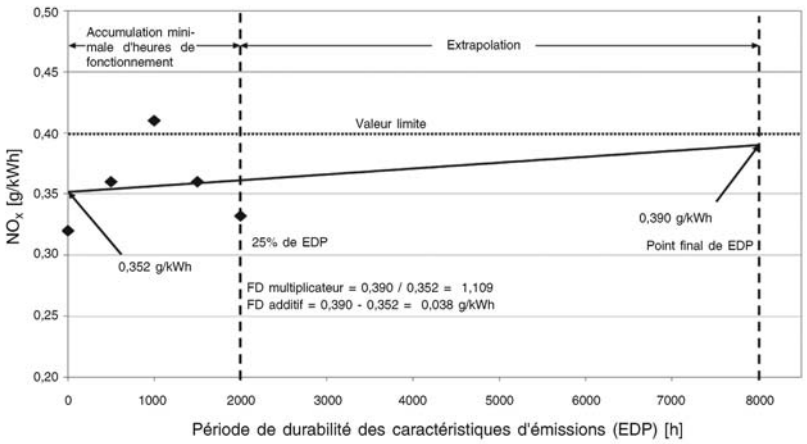
Le mélange de facteurs FD multiplicateurs et additifs au sein d'un même ensemble de polluants n'est pas admis.

Si le calcul a pour résultat une valeur de moins de 1,00 pour un facteur FD multiplicateur ou de moins de 0,00 pour un facteur FD additif, alors le facteur de détérioration est de 1,0 ou 0,00, respectivement.

Conformément au point 2.4.2.1.4, s'il a été convenu qu'un seul cycle d'essai (NRSC ou NRTC à chaud) serait exécuté à chaque point d'essai et que l'autre cycle d'essai (NRSC ou NRTC à chaud) ne serait exécuté qu'au début et à la fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, le facteur de détérioration calculé pour le cycle d'essai qui a été exécuté à chaque point d'essai est également applicable pour l'autre cycle d'essai.

Figure 1

Exemple de détermination du facteur FD



2.4.6. *Facteurs de détérioration assignés*

2.4.6.1. Au lieu d'avoir recours à un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement pour déterminer les facteurs FD, les constructeurs de moteurs peuvent choisir d'appliquer les facteurs FD multiplicateurs assignés suivants:

Cycle d'essai	CO	HC	NO_x	PM
NRTC	1,3	1,3	1,15	1,05
NRSC	1,3	1,3	1,15	1,05

Il n'est pas donné de facteurs FD additifs assignés. Il n'est pas permis de transformer les facteurs FD multiplicateurs assignés en facteurs FD additifs.

Lorsque des facteurs FD assignés sont utilisés, le constructeur présente à l'autorité responsable de la réception par type des éléments probants sur la base desquels il est raisonnablement permis de supposer que les composants de maîtrise des émissions auront la durabilité des caractéristiques d'émissions associée à ces facteurs assignés. Ces éléments probants peuvent s'appuyer sur l'analyse de la conception, sur des essais ou sur une combinaison des deux.

▼M8

2.4.7. *Application des facteurs de détérioration*

2.4.7.1. Les moteurs doivent satisfaire aux limites d'émissions respectives pour chaque polluant, applicables à la famille de moteurs, après application des facteurs de détérioration au résultat de l'essai, tel que mesuré conformément à l'annexe III (émissions spécifiques pondérées par le cycle pour les matières particulaires et chaque gaz individuel). En fonction du type de facteur FD, les dispositions suivantes s'appliquent:

— multiplicateur: (émissions spécifiques pondérées par le cycle) * FD ≤ limite d'émissions,

— additif: (émissions spécifiques pondérées par le cycle) + FD ≤ limite d'émissions.

Si le constructeur, sur la base de l'option indiquée au point 1.2.1 de la présente annexe, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, les émissions spécifiques pondérées par le cycle peuvent inclure, le cas échéant, l'ajustement pour régénération peu fréquente.

2.4.7.2. Dans le cas d'un facteur FD multiplicateur pour les NO_x + HC, des valeurs FD séparées sont déterminées pour les HC et les NO_x; ces valeurs sont appliquées séparément lors du calcul des niveaux d'émissions détériorés à partir du résultat d'un essai d'émissions, avant de combiner les valeurs détériorées résultantes pour NO_x et HC afin d'établir si la limite d'émissions est respectée.

2.4.7.3. Le constructeur peut choisir de reporter les facteurs FD déterminés pour une famille de moteurs/systèmes de post-traitement à un système de moteur qui ne relève pas de la même famille de moteurs/systèmes de post-traitement. Dans de tels cas, le constructeur doit démontrer à l'autorité responsable de la réception que le système de moteur pour lequel la famille de systèmes de post-traitement avait été initialement testée et le système de moteur pour lequel les facteurs FD sont reportés ont les mêmes spécifications techniques et prescriptions de montage sur la machine et que les émissions de ce moteur ou système de moteur sont similaires.

Dans le cas où les facteurs FD sont reportés à un système de moteur ayant une période de durabilité des caractéristiques d'émissions différente, les facteurs FD sont recalculés pour la période de durabilité des caractéristiques d'émissions applicables par extrapolation ou interpolation de l'équation de régression comme déterminé au point 2.4.5.1.

2.4.7.4. Pour chaque cycle d'essai applicable, le facteur FD pour chaque polluant est enregistré dans le document récapitulatif des résultats des essais présenté à l'appendice 1 de l'annexe VII.

2.4.8. *Vérification de la conformité de la production*

2.4.8.1. La conformité de la production en ce qui concerne le respect des valeurs d'émissions est vérifiée sur la base de la section 5 de l'annexe I.

2.4.8.2. Le constructeur peut choisir de mesurer les émissions de polluants en amont de tout système de post-traitement des gaz d'échappement au moment où l'essai de réception par type est effectué. Ce faisant, le constructeur peut calculer un facteur FD non officiel séparément pour le moteur et pour le système de post-traitement qu'il peut alors utiliser comme aide pour les vérifications en fin de chaîne de production.

2.4.8.3. Pour les besoins de la réception par type, seuls les facteurs FD déterminés conformément au point 2.4.5 ou 2.4.6 sont consignés dans le document récapitulatif des résultats des essais présenté à l'appendice 1 de l'annexe VII.

▼M8

2.5. **Entretien**

Pour les besoins du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, les opérations d'entretien doivent être effectuées conformément au manuel du constructeur pour les entretiens et la maintenance.

2.5.1. *Entretien programmé lié aux émissions*

2.5.1.1. Un entretien programmé en rapport avec les émissions, pour les besoins de l'exécution d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, est effectué aux mêmes intervalles que ceux qui seront spécifiés dans les instructions du constructeur au propriétaire pour l'entretien du moteur ou de la machine. Ce programme d'entretien peut être actualisé si nécessaire tout au long du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement pour autant qu'aucune opération d'entretien ne soit supprimée du programme d'entretien après que l'opération a été effectuée sur le moteur testé.

2.5.1.2. Le constructeur du moteur doit spécifier, pour le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, tout réglage, nettoyage et entretien (si nécessaire) ainsi que tout remplacement programmé des éléments suivants:

— filtres et refroidisseurs du système de recirculation des gaz d'échappement,

— soupape de réaspiration des gaz de carter, le cas échéant,

— têtes d'injecteurs (uniquement nettoyage),

— injecteurs,

— turbocompresseur,

— unité de contrôle électronique du moteur; capteurs et commandes associés,

— système de filtre à particules (y compris les composants connexes),

— système de post-traitement des NO_x (y compris les composants connexes),

— système de recirculation des gaz d'échappement, y compris toutes les valves de régulation et canalisations connexes,

— tout autre système de post-traitement des gaz d'échappement.

2.5.1.3. Un entretien programmé critique en rapport avec les émissions ne peut être effectué que s'il est censé être effectué en service et la nécessité d'effectuer cet entretien doit être signifiée au propriétaire de la machine.

2.5.2. *Changements apportés aux opérations d'entretien programmé*

2.5.2.1. Le constructeur doit soumettre à l'autorité responsable de la réception par type une demande d'approbation de toute nouvelle opération d'entretien programmé qu'il souhaite effectuer au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement et recommander ensuite aux propriétaires de moteurs et de machines. La demande doit être accompagnée de données étayant la nécessité de la nouvelle opération d'entretien programmé et spécifiant l'intervalle d'entretien.

2.5.3. *Entretien programmé non lié aux émissions*

2.5.3.1. Les opérations d'entretien programmé non lié aux émissions qui sont raisonnables et techniquement nécessaires (par exemple, vidange, remplacement du filtre à huile, remplacement du filtre à carburant, remplacement du filtre à air, entretien du système de refroidissement, réglage du ralenti, régulateur de vitesse, couple de serrage des boulons du moteur, jeu des soupapes, jeu des injecteurs, réglage des soupapes, ajustement de la tension de la courroie de transmission, etc.) peuvent être effectuées sur des moteurs ou des machines choisis pour le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement aux intervalles les moins fréquents recommandés par le constructeur au propriétaire (par exemple, pas aux intervalles recommandés pour les gros entretiens).

▼M8

2.5.4. *Réparations*

2.5.4.1. Les composants d'un système de moteur sélectionné pour subir des essais dans le cadre d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement ne peuvent faire l'objet de réparations qu'en cas de panne du composant ou de mauvais fonctionnement du système de moteur. Il n'est pas permis de réparer le moteur lui-même, le système de maîtrise des émissions ou le système d'alimentation en carburant, excepté dans les conditions du point 2.5.4.2.

2.5.4.2. Si le moteur proprement dit, le système de maîtrise des émissions ou le système d'alimentation en carburant tombe en panne au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, l'essai est considéré comme nul et un nouveau programme d'accumulation d'heures de fonctionnement doit être entamé avec un nouveau système de moteur, à moins que les composants défectueux ne soient remplacés par des composants équivalents qui ont accumulé un nombre similaire d'heures de fonctionnement.

3. PÉRIODES DE DURABILITÉ DES CARACTÉRISTIQUES D'ÉMISSIONS POUR LES MOTEURS DES PHASES III A, III B ET IV

3.1. Les constructeurs utilisent la période de durabilité des caractéristiques d'émissions du tableau 1 de la présente section.

Tableau 1

Période de durabilité des caractéristiques d'émissions pour les moteurs à allumage par compression des phases III A, III B et IV (heures)

Catégorie (gamme de puissance)	Période de durabilité des caractéristiques d'émissions (heures)
≤ 37 kW (moteurs à régime constant)	3 000
≤ 37 kW (moteurs à régime variable)	5 000
> 37 kW	8 000
Moteurs destinés à la propulsion de bateaux navigant sur les voies d'eau intérieures	10 000
Moteurs d'autorails et de locomotives	10 000

▼M8

Appendice 6

Détermination des émissions de CO_2 pour les moteurs des phases I, II, III A, III B et IV

1. **Introduction**

1.1. Le présent appendice énonce les dispositions et procédures d'essai relatives à la déclaration des émissions de CO_2 pour les phases I à IV. Si un constructeur, sur la base de l'option indiquée au point 1.2.1 de la présente annexe, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, l'appendice 7 de la présente annexe s'applique.

2. **Prescriptions générales**

2.1. Les émissions de CO_2 sont déterminées sur la base du cycle d'essai applicable spécifié au point 1.1 de l'annexe III conformément à la section 3 (NRSC) ou 4 (NRTC à chaud), respectivement, de l'annexe III. Pour la phase III B, les émissions de CO_2 sont déterminées sur la base du cycle d'essai NRTC avec démarrage à chaud.

2.2. Les résultats des essais doivent être déclarés sous forme de valeurs spécifiques moyennées du cycle et exprimées en g/kWh.

2.3. Si, au choix du constructeur, le cycle NRSC est effectué en tant que cycle à modes stationnaires raccordés (RMC), il convient d'appliquer soit les références au cycle NRTC indiquées dans le présent appendice, soit les prescriptions de l'appendice 7 de l'annexe III.

3. **Détermination des émissions de CO_2**

3.1. *Mesure brute*

Cette section s'applique si le CO_2 est mesuré dans les gaz d'échappement bruts.

3.1.1. Mesure

Le CO_2 présent dans les gaz d'échappement bruts émis par le moteur soumis à l'essai est mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au point 1.4.3.2 (NRSC) ou au point 2.3.3.2 (NRTC), respectivement, de l'appendice 1 de l'annexe III.

Le système de mesure doit répondre aux prescriptions de linéarité du point 1.5 de l'appendice 2 de l'annexe III.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions du point 1.4.1 (NRSC) ou du point 2.3.1 (NRTC), respectivement, de l'appendice 1 de l'annexe III.

3.1.2. Évaluation des données

Les données pertinentes sont enregistrées et mémorisées conformément au point 3.7.4 (NRSC) ou au point 4.5.7.2 (NRTC), respectivement, de l'annexe III.

3.1.3. Calcul des émissions moyennées du cycle

Si les émissions sont mesurées sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au point 1.3.2 (NRSC) ou au point 2.1.2.2 (NRTC), respectivement, de l'appendice 3 de l'annexe III est appliquée.

Pour le cycle NRSC, la masse de CO_2 (g/h) est calculée pour chaque mode individuel conformément au point 1.3.4 de l'appendice 3 de l'annexe III. Les débits de gaz d'échappement sont déterminés conformément aux points 1.2.1 à 1.2.5 de l'appendice 1 de l'annexe III.

Pour le cycle NRTC, la masse de CO_2 (g/essai) est calculée conformément au point 2.1.2.1 de l'appendice 3 de l'annexe III. Le débit de gaz d'échappement est déterminé conformément au point 2.2.3 de l'appendice 1 de l'annexe III.

▼M8

3.2. *Mesure de la dilution*

Cette section s'applique si le CO_2 est mesuré dans les gaz d'échappement dilués.

3.2.1. Mesure

Le CO_2 présent dans les gaz d'échappement dilués émis par le moteur soumis à l'essai est mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au point 1.4.3.2 (NRSC) ou au point 2.3.3.2 (NRTC), respectivement, de l'appendice 1 de l'annexe III. La dilution des gaz d'échappement doit être effectuée avec de l'air ambiant filtré, de l'air synthétique ou de l'azote. La capacité de débit du système de débit complet doit être suffisamment importante pour éliminer complètement la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement.

Le système de mesure doit répondre aux prescriptions de linéarité du point 1.5 de l'appendice 2 de l'annexe III.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions du point 1.4.1 (NRSC) ou du point 2.3.1 (NRTC), respectivement, de l'appendice 1 de l'annexe III.

3.2.2. Évaluation des données

Les données pertinentes sont enregistrées et mémorisées conformément au point 3.7.4 (NRSC) ou au point 4.5.7.2 (NRTC), respectivement, de l'annexe III.

3.2.3. Calcul des émissions moyennées du cycle

Si les émissions sont mesurées sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au point 1.3.2 (NRSC) ou au point 2.1.2.2 (NRTC), respectivement, de l'appendice 3 de l'annexe III est appliquée.

Pour le cycle NRSC, la masse de CO_2 (g/h) est calculée pour chaque mode individuel conformément au point 1.3.4 de l'appendice 3 de l'annexe III. Les débits des gaz d'échappement dilués sont déterminés conformément au point 1.2.6 de l'appendice 1 de l'annexe III.

Pour le cycle NRTC, la masse de CO_2 (g/essai) est calculée conformément au point 2.2.3 de l'appendice 3 de l'annexe III. Le débit des gaz d'échappement dilués est déterminé conformément au point 2.2.1 de l'appendice 3 de l'annexe III.

Une correction pour tenir compte des concentrations ambiantes est appliquée conformément au point 2.2.3.1.1 de l'appendice 3 de l'annexe III.

3.3. *Calcul des émissions spécifiques au frein*

3.3.1. NRSC

Les émissions spécifiques au frein e_{CO2} (g/kWh) se calculent comme suit:

$$e_{CO2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(CO2_{mass,i} \times W_{F,i})}{\sum_{i=1}^{i=n}(P_i \times W_{F,i})}$$

où

$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

et

$CO_{2\ mass,i}$ est la masse de CO_2 du mode individuel (g/h),

$P_{m,i}$ est la puissance mesurée du mode individuel (kW),

▼**M8**

$P_{AE,i}$ est la puissance des auxiliaires du mode individuel (kW),

$W_{F,i}$ est le facteur de pondération du mode individuel.

3.3.2. Cycle NRTC

Le travail au cours du cycle nécessaire pour calculer les émissions de CO_2 spécifiques au frein est déterminé conformément au point 4.6.2 de l'annexe III.

Les émissions spécifiques au frein e_{CO2} (g/kWh) se calculent comme suit:

$$e_{CO2} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}}$$

où

$m_{CO2,\ hot}$ correspond aux émissions massiques de CO_2 du cycle NRTC avec démarrage à chaud (g),

$W_{act,\ hot}$ est le travail effectif au cours du cycle NRTC avec démarrage à chaud (kWh).

▼M8

Appendice 7

Autre façon de déterminer les émissions de CO_2

1. **Introduction**

Si un constructeur, sur la base de l'option indiquée au point 1.2.1 de la présente annexe, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, les dispositions et les procédures d'essai concernant la déclaration des émissions de CO_2 définies dans le présent appendice s'appliquent.

2. **Prescriptions générales**

2.1. Les émissions de CO_2 sont déterminées sur un cycle d'essai NRTC avec démarrage à chaud conformément au point 7.8.3 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

2.2. Les résultats des essais sont déclarés sous forme de valeurs spécifiques moyennées du cycle et exprimées en g/kWh.

3. **Détermination des émissions de CO_2**

3.1. *Mesure brute*

Cette section s'applique si le CO_2 est mesuré dans les gaz d'échappement bruts.

3.1.1. Mesure

Le CO_2 dans les gaz d'échappement bruts émis par le moteur sélectionné pour l'essai doit être mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au point 9.4.6 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions de linéarité du point 8.1.4 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions du point 8.1.9 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

3.1.2. Évaluation des données

Les données pertinentes sont enregistrées et mémorisées conformément au point 7.8.3.2 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

3.1.3. Calcul des émissions moyennées du cycle

Si les émissions sont mesurées sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au point A.8.2.2 de l'appendice 8 ou au point A.7.3.2 de l'appendice 7 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU est appliquée aux valeurs de concentration instantanées avant d'effectuer tout autre calcul.

La masse du CO_2 (g/essai) est calculée par multiplication des concentrations de CO_2 instantanées et des débits des gaz d'échappement et intégration sur le cycle d'essai conformément:

a) soit au point A.8.2.1.2 et au point A.8.2.5 de l'appendice 8 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, en utilisant les valeurs u du CO_2 du tableau A.8.1 ou en calculant les valeurs u conformément au point A.8.2.4.2 de l'appendice 8 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU;

b) soit au point A.7.3.1 et au point A.7.3.3 de l'appendice 7 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

▼M8

3.2. *Mesure de la dilution*

Cette section s'applique si le CO_2 est mesuré dans les gaz d'échappement dilués.

3.2.1. Mesure

Le CO_2 dans les gaz d'échappement dilués émis par le moteur sélectionné pour l'essai doit être mesuré au moyen d'un analyseur infrarouge non dispersif (NDIR) conformément au point 9.4.6 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU. La dilution des gaz d'échappement doit être effectuée avec de l'air ambiant filtré, de l'air synthétique ou de l'azote. La capacité de débit du système de débit complet doit être suffisamment importante pour éliminer complètement la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions de linéarité du point 8.1.4 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

Le système de mesure doit satisfaire aux prescriptions du point 8.1.9 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

3.2.2. Évaluation des données

Les données pertinentes sont enregistrées et mémorisées conformément au point 7.8.3.2 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

3.2.3. Calcul des émissions moyennées du cycle

Si les émissions sont mesurées sur une base sèche, la correction sec/humide conformément au point A.8.3.2 de l'appendice 8 ou au point A.7.4.2 de l'appendice 7 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU est appliquée aux valeurs de concentration instantanées avant d'effectuer tout autre calcul.

La masse du CO_2 (g/essai) est calculée par multiplication des concentrations de CO_2 instantanées et des débits des gaz d'échappement dilués conformément:

a) soit au point A.8.3.1 et au point A.8.3.4 de l'appendice 8 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, en utilisant les valeurs u du CO_2 du tableau A.8.2 ou en calculant les valeurs u conformément au point A.8.3.3 de l'appendice 8 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU;

b) soit au point A.7.4.1 et au point A.7.4.3 de l'appendice 7 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

Une correction pour tenir compte des concentrations ambiantes est appliquée conformément au point A.8.3.2.4 de l'appendice 8 et au point A.7.4.1 de l'appendice 8 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

3.3. *Calcul des émissions spécifiques au frein*

Le travail du cycle nécessaire pour le calcul des émissions de CO_2 spécifiques au frein doit être déterminé conformément au point 7.8.3.4 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

▼**M8**

Les émissions spécifiques au frein e_{CO2} (g/kWh) se calculent comme suit:

$$e_{CO2} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}}$$

où

$m_{CO2,\ hot}$ correspond aux émissions massiques de CO_2 du cycle NRTC avec démarrage à chaud (g),

$W_{act,\ hot}$ correspond au travail effectif du cycle NRTC avec démarrage à chaud (kWh).

▼M2

ANNEXE IV

PROCÉDURE D'ESSAI — MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ

1. INTRODUCTION

1.1. La présente annexe décrit la méthode servant à mesurer les émissions de gaz polluants des moteurs soumis à l'essai.

1.2. L'essai s'effectue avec le moteur monté sur un banc d'essai et relié à un dynamomètre.

2. CONDITIONS D'ESSAI

2.1. **Conditions d'essai du moteur**

La température absolue (T_a) de l'air du moteur à l'entrée du moteur, exprimée en degrés kelvin, et la pression atmosphérique sèche (p_s), exprimée en kPa, sont mesurées et le paramètre f_a est déterminé selon la méthode suivante:

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

2.1.1. *Validité de l'essai*

Pour que l'essai soit valable, le paramètre f_a doit être tel que:

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2. *Moteurs avec refroidissement de l'air de suralimentation*

La température de l'agent de refroidissement et celle de l'air de suralimentation doivent être enregistrées.

2.2. **Système d'admission d'air du moteur**

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'admission d'air bridé à ± 10 % de la limite supérieure spécifiée par le constructeur pour un nouveau filtre à air et un moteur fonctionnant dans des conditions normales, telles qu'indiquées par le constructeur, de façon à obtenir un débit d'air maximal.

Pour les petits moteurs à allumage commandé (cylindrée < 1000 cm^3), un système représentatif du moteur installé doit être utilisé.

2.3. **Système d'échappement du moteur**

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'échappement présentant une contre-pression des gaz se situant à ± 10 % de la limite supérieure indiquée par le constructeur pour le moteur lorsque celui-ci fonctionne dans les conditions qui donnent la puissance maximale déclarée, dans l'application considérée.

Pour les petits moteurs à allumage commandé (cylindrée < 1000 cm^3), un système représentatif du moteur installé doit être utilisé.

2.4. **Système de refroidissement**

Le système de refroidissement doit être capable de maintenir le moteur aux températures normales de fonctionnement prescrites par le constructeur. Cette disposition s'applique aux organes qui doivent être déposés pour pouvoir mesurer la puissance, par exemple dans le cas où il faut démonter le ventilateur ou la soufflante (de refroidissement) du moteur pour accéder au vilebrequin.

▼M2

2.5. **Huile lubrifiante**

Une huile lubrifiante conforme aux spécifications du constructeur du moteur pour un moteur et un usage donnés est utilisée. Les constructeurs doivent utiliser des lubrifiants moteur représentatifs des lubrifiants moteur du commerce.

Les caractéristiques de l'huile lubrifiante utilisée pour l'essai sont enregistrées à l'annexe VII, appendice 2, point 1.2, pour les moteurs à allumage commandé et présentées avec les résultats de l'essai.

2.6. **Carburateurs réglables**

Les moteurs dotés de carburateurs à réglage limité doivent être essayés aux deux extrêmes du réglage.

2.7. **Carburant d'essai**

Le carburant est le carburant de référence indiqué à l'annexe V.

L'indice d'octane et la masse volumique du carburant de référence utilisé pour l'essai sont indiqués à l'annexe VII, appendice 2, point 1.1.1, pour les moteurs à allumage commandé.

Pour les moteurs à deux temps, le rapport de mélange carburant/huile doit être celui préconisé par le constructeur. Le pourcentage d'huile dans le mélange carburant/huile alimentant les moteurs à deux temps et la masse volumique ainsi obtenue pour le carburant sont indiqués à l'annexe VII, appendice 2, point 1.1.4, pour les moteurs à allumage commandé.

2.8. **Détermination des réglages du dynamomètre**

La mesure des émissions est fondée sur la puissance au frein non corrigée. Les auxiliaires qui servent uniquement au fonctionnement de l'équipement lui-même et qui peuvent être montés sur le moteur sont déposés pour l'essai. Si on ne dépose pas ces auxiliaires, la puissance absorbée qu'ils représentent doit être déterminée afin de calculer les réglages du dynamomètre, sauf lorsque les auxiliaires font partie intégrante du moteur (par exemple les ventilateurs de refroidissement sur les moteurs refroidis par air).

Pour les moteurs permettant de procéder à un tel ajustement, les réglages de la dépression à l'admission et de la contre-pression du tuyau d'échappement seront ajustés aux limites supérieures indiquées par le constructeur, conformément aux points 2.2 et 2.3. Les valeurs maximales de couple aux régimes d'essai spécifiés seront déterminées expérimentalement afin de calculer les valeurs du couple pour les modes d'essai spécifiés. Pour les moteurs qui ne sont pas conçus pour fonctionner dans une plage de régimes sur une courbe de couple à pleine charge, le couple maximal aux régimes d'essai sera déclaré par le constructeur. Le réglage du moteur pour chacun des modes d'essai sera calculé au moyen de la formule:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

où:

S réglage du dynamomètre [kW]

P_M puissance maximale observée ou déclarée pour le régime utilisé pour l'essai dans les conditions de l'essai (voir annexe VII, appendice 2) [kW]

P_{AE} puissance absorbée totale déclarée pour tout auxiliaire installé pour l'essai [kW] et non requis par les dispositions de l'annexe VII, appendice 3.

L pourcentage de couple spécifié pour le mode d'essai.

▼M2

Pour un taux:

$$\frac{P_{AE}}{P_M} = 0{,}03$$

la valeur P_{AE} peut être vérifiée par l'autorité technique responsable en matière de réception.

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI

3.1. **Installation du matériel de mesure**

L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être mis en place selon les instructions. Lorsqu'on utilise un système de dilution des gaz d'échappement en circuit principal, le système doit être relié à l'extrémité du tuyau d'échappement.

3.2. **Mise en marche du système de dilution et du moteur**

Le système de dilution et le moteur doivent être mis en marche et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et les pressions soient stabilisées à pleine charge et au régime nominal (point 3.5.2).

3.3. **Réglage du coefficient de dilution**

Le coefficient de dilution total ne doit pas être inférieur à 4.

Pour les systèmes avec mesure des concentrations de CO_2 ou de NO_x, la teneur de l'air de dilution en CO_2 ou NO_x doit être mesurée au début et à la fin de chaque essai. L'écart entre les concentrations de fond de CO_2 ou de NO_x dans l'air de dilution avant et après l'essai ne doit pas être supérieur à 100 ppm ou 5 ppm respectivement.

Lorsqu'on utilise un système d'analyse des gaz d'échappement dilués, les concentrations de fond à prendre en compte sont déterminées en prélevant de l'air de dilution dans un sac d'échantillonnage pendant toute la durée de l'essai.

La mesure de la concentration de fond en continu (sans sac d'échantillonnage) peut être effectuée au moins trois fois, au début, à la fin et vers le milieu du cycle, et il faut faire la moyenne des chiffres obtenus. On peut s'abstenir de mesurer la concentration de fond si le constructeur le demande.

3.4. **Vérification des analyseurs**

Les analyseurs d'émissions doivent être mis à zéro et étalonnés.

3.5. **Cycle d'essai**

3.5.1. Spécification c) des équipements visés à l'annexe I, point 1 a) iii)

Les cycles d'essai suivants sont appliqués pour le fonctionnement au banc dynamométrique du moteur en essai, selon le type d'équipement concerné:

cycle D ([1]): moteurs à vitesse constante et à charge intermittente tels que les groupes électrogènes;

cycle G1: équipements non portatifs fonctionnant à régime intermédiaire;

cycle G2: équipements non portatifs fonctionnant au régime nominal;

cycle G3: équipements portatifs.

([1]) Identique au cycle D2 de la norme ISO 8168-4: 1996(E).

▼**M2**

3.5.1.1. Modes d'essai et facteurs de pondération

Cycle D

Numéro de mode	1	2	3	4	5						
Vitesse du moteur	Régime nominal					Régime intermédiaire					Régime de ralenti
Charge ([1]) en %	100	75	50	25	10						
Facteur de pondération	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

Cycle G1

Numéro de mode						1	2	3	4	5	6
Vitesse du moteur	Régime nominal					Régime intermédiaire					Régime de ralenti
Charge en %						100	75	50	25	10	0
Facteur de pondération						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Cycle G2

Numéro de mode	1	2	3	4	5						6
Vitesse du moteur	Régime nominal					Régime intermédiaire					Régime de ralenti
Charge en %	100	75	50	25	10						0
Facteur de pondération	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07						0,05

Cycle G3

Numéro de mode	1										2
Vitesse du moteur	Régime nominal					Régime intermédiaire					Régime de ralenti
Charge en %	100										0
Facteur de pondération	0,85 (*)										0,15 (*)

([1]) Les taux de charge sont les valeurs en pourcentage du couple correspondant à la puissance pour le service de base, définie comme étant la puissance maximale disponible au cours d'une séquence d'exploitation variable, dont la durée peut atteindre un nombre d'heures illimité par an, entre des entretiens dont la fréquence est déclarée et dans les conditions ambiantes déclarées, l'entretien étant effectué selon les prescriptions du constructeur. La figure 2 de la norme ISO 8528-1: 1993(E) offre une meilleure illustration de la définition de la puissance pour le service de base.

(*) Pour la phase I, il est permis d'utiliser les valeurs 0,90 et 0,10 au lieu de 0,85 et 0,15 respectivement.

3.5.1.2. Choix du cycle d'essai adapté

Si l'usage principal d'un modèle de moteur est connu, le cycle d'essai peut être choisi d'après les exemples donnés au point 3.5.1.3. S'il y a incertitude quant à l'usage principal, le cycle d'essai adéquat sera choisi d'après la spécification du moteur.

▼**M2**

3.5.1.3. Exemples (liste non exhaustive)

Exemples typiques selon les cycles:

Cycle D:

groupes électrogènes à charge intermittente y compris les groupes installés à bord de navires et de matériels ferroviaires (hors propulsion), groupes frigorifiques, appareils de soudage;

compresseurs à gaz.

Cycle G1:

tondeuses à gazon à moteur avant ou arrière autoportées;

voiturettes de golf;

balayeuses à gazon;

tondeuses à lame rotative ou à cylindre tenues à la main;

équipements de déneigement;

broyeurs de déchets.

Cycle G2:

groupes électrogènes, pompes, appareils de soudage et compresseurs d'air transportables;

peut également comprendre les tondeuses et matériels de jardinage fonctionnant au régime nominal du moteur.

Cycle G3:

souffleurs;

tronçonneuses;

taille-haies;

scieries portatives;

motobineuses;

pulvérisateurs;

coupe-bordures à fil;

appareils aspirateurs.

3.5.2. *Conditionnement du moteur*

Le moteur et le système doivent être mis en température aux valeurs maximales du régime et du couple afin de stabiliser les paramètres du moteur conformément aux recommandations du constructeur.

Remarque: La période de conditionnement devrait également permettre d'éliminer l'influence des dépôts qui ont pu se former dans le système d'échappement à la suite d'un autre essai. Une période de stabilisation entre les points d'essai est également prescrite pour réduire au minimum les influences que ces derniers pourraient avoir l'un sur autre.

3.5.3. *Déroulement des essais*

Les cycles d'essais G1, G2 ou G3 sont effectués en suivant l'ordre ascendant des modes tel qu'il a été défini ci-dessus pour le cycle en question. Chaque temps de prélèvement sera d'au moins 180 secondes au minimum pour chaque mode. Les concentrations des émissions d'échappement sont mesurées et enregistrées sur les 120 dernières secondes du temps de prélèvement correspondant. Pour chaque point de mesure, la durée du mode doit être suffisamment longue pour que le moteur soit stabilisé en température avant le début du prélèvement. La durée du mode doit être enregistrée et présentée dans le rapport d'essai.

▼M2

a) Pour les moteurs essayés dans la configuration d'essai «régulation de la vitesse du dynamomètre»: pendant chaque mode du cycle, après la période transitoire initiale, le régime indiqué est maintenu à ± 1 % du régime nominal ou à ± 3 min^{-1}, le plus grand de ces écarts étant retenu, sauf lorsque le moteur est au ralenti, où il faudra respecter les tolérances indiquées par le constructeur. Le couple indiqué doit être maintenu de façon à ce que la moyenne des mesures effectuées au cours de la période ne dépasse pas ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

b) Pour les moteurs essayés dans la configuration d'essai «régulation de la charge du dynamomètre»: durant chaque mode du cycle d'essai, après la période transitoire initiale, le régime indiqué est maintenu à ± 2 % du régime nominal ou à ± 3 min^{-1}, le plus grand de ces écarts étant retenu, mais il sera maintenu dans tous les cas à ± 5 %, sauf lorsque le moteur est au ralenti, où il faudra respecter les tolérances indiquées par le constructeur.

Durant chaque mode du cycle d'essai où le couple prescrit se situe à 50 % ou plus du couple maximal au régime de l'essai, le couple moyen spécifié sur la durée de la période d'acquisition des données est maintenu à ± 5 % du couple prescrit. Durant les modes du cycle d'essai où le couple prescrit se situe à moins de 50 % du couple maximal au régime de l'essai, le couple moyen spécifié sur la durée de la période d'acquisition des données est maintenu à ± 10 % du couple prescrit ou à ± 0,5 Nm, la valeur la plus élevée étant à retenir.

3.5.4. *Réponse des analyseurs*

Les données fournies par les analyseurs doivent être enregistrées au moyen d'un enregistreur à bande ou mesurées à l'aide d'un système d'acquisition de données équivalent et les gaz d'échappement doivent passer à travers les analyseurs au moins pendant les 180 dernières secondes de chaque mode. Si des sacs de prélèvement sont utilisés pour mesurer le CO et le CO_2 dilués (voir appendice 1, point 1.4.4), un échantillon doit être recueilli au cours des 180 dernières secondes de chaque mode puis analysé, et les résultats de l'analyse doivent être enregistrés.

3.5.5. *Paramètres concernant le moteur*

Le régime et la charge du moteur, la température de l'air d'admission et le débit de carburant doivent être mesurés pour chaque mode une fois le moteur stabilisé. Toute autre donnée requise pour le calcul doit être enregistrée (voir appendice 3, points 1.1 et 1.2).

3.6. **Revérification des analyseurs**

Après l'essai d'émission, un gaz de mise à zéro et le même gaz de réglage de la sensibilité sont utilisés pour une nouvelle vérification. L'essai est jugé acceptable si l'écart entre les deux mesures est inférieur à 2 %.

▼M2

Appendice 1

1. MÉTHODES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Les constituants gazeux émis par le moteur soumis aux essais sont mesurés par les méthodes décrites à l'annexe VI. Celles-ci définissent les systèmes d'analyse recommandés pour les émissions gazeuses (point 1.1).

1.1. **Spécification concernant le dynamomètre**

On utilisera un banc dynamométrique pour moteurs dont les caractéristiques sont suffisantes pour permettre l'exécution du cycle d'essai prescrit à l'annexe IV, point 3.5.1. Les appareils de mesure du couple et de la vitesse doivent permettre de mesurer la puissance au frein dans les limites indiquées. Des calculs supplémentaires peuvent être nécessaires.

La précision de ces instruments doit être telle que les tolérances maximales des chiffres indiqués au point 1.3 ne soient pas dépassées.

1.2. **Débit de carburant et débit total dilué**

Les débitmètres servant à déterminer le débit de carburant à prendre en compte pour le calcul des émissions (appendice 3) doivent avoir la précision définie au point 1.3. Si on utilise un système de dilution en circuit principal, le débit total de l'échappement dilué (G_{TOTW}) sera mesuré avec un système PDP ou CFV — annexe VI, point 1.2.1.2. La précision doit être conforme aux dispositions de l'annexe III, appendice 2, point 2.2.

1.3. **Précision**

L'étalonnage de tous les instruments de mesure découle des normes nationales (internationales) et est conforme aux exigences des tableaux 2 et 3.

Tableau 2 — Erreurs admissibles pour les instruments de mesure des paramètres relatifs au moteur

Numéro	Paramètre	Erreur admissible
1	Régime du moteur	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, valeur la plus élevée à retenir
2	Couple	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, valeur la plus élevée à retenir
3	Consommation de carburant [a]	± 2 % de la valeur maximale du moteur
4	Consommation d'air [a]	± 2 % du relevé ou ± 1 % de la valeur maximale du moteur, valeur la plus élevée à retenir

[a] Les calculs sur les émissions de gaz d'échappement décrits dans la présente directive sont, dans certains cas, basés sur des méthodes de mesure et/ou de calcul différentes. En raison de la faible marge des tolérances totales sur le calcul des émissions de gaz d'échappement, les valeurs à admettre pour certains paramètres utilisées dans les équations concernées devront être plus réduites que les tolérances données dans la norme ISO 3046-3.

▼M2

Tableau 3 — Erreurs admissibles pour les instruments de mesure des autres paramètres essentiels

Numéro	Paramètre	Erreur admissible
1	Températures ≤ 600 K	± 2 K en valeur absolue
2	Températures ≥ 600 K	± 1 % du relevé
3	Pression des gaz d'échappement	± 0,2 kPa en valeur absolue
4	Dépression dans le collecteur d'admission	± 0,05 kPa en valeur absolue
5	Pression atmosphérique	± 0,1 kPa en valeur absolue
6	Autres pressions	± 0,1 kPa en valeur absolue
7	Humidité relative	± 3 % en valeur absolue
8	Humidité absolue	± 5 % du relevé
9	Débit de l'air de dilution	± 2 % du relevé
10	Débit des gaz d'échappement dilués	± 2 % du relevé

1.4. **Détermination des composants gazeux**

1.4.1. *Spécifications générales concernant les analyseurs*

Les analyseurs doivent pouvoir effectuer des mesures dans une gamme correspondant à la précision exigée pour mesurer les concentrations des composants des gaz d'échappement (point 1.4.1.1). Il est recommandé d'utiliser les analyseurs de telle façon que la concentration mesurée se situe entre 15 % et 100 % de la pleine échelle.

Les concentrations inférieures à 15 % de la pleine échelle sont aussi acceptables si la valeur pleine échelle est de 155 ppm (ou ppm C) ou moins ou si on utilise des systèmes de relevés (ordinateurs, centrales d'acquisition) qui donnent une précision et une résolution suffisantes au-dessous de 15 % de la pleine échelle. Dans ce cas, des étalonnages supplémentaires doivent être faits pour garantir la précision des courbes d'étalonnage (appendice 2, point 1.5.5.2, de la présente annexe).

La compatibilité électromagnétique (CEM) du matériel doit être d'un niveau propre à minimiser les erreurs supplémentaires.

1.4.1.1. Précision

L'analyseur ne doit pas s'écarter du point d'étalonnage nominal de plus de ± 2 % du relevé sur toute l'échelle de mesure à l'exception du zéro où l'écart ne devra pas être de plus de ± 0,3 % de la pleine échelle. La précision est à déterminer en conformité avec les exigences d'étalonnage indiquées au point 1.3.

1.4.1.2. Répétabilité

La répétabilité est telle que 2,5 fois l'écart type de 10 réponses consécutives à un gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité donné ne dépassent pas ± 1 % de la concentration pleine échelle pour chaque gamme utilisée au-delà de 100 ppm (ou ppm C) ou ± 2 % de chaque gamme utilisée au-dessous de 100 ppm (ou ppm C).

1.4.1.3. Bruit

La réponse d'une crête à l'autre de l'analyseur aux gaz de mise à zéro et d'étalonnage ou de réglage de sensibilité sur une période quelconque de 10 secondes ne doit pas dépasser 2 % de la pleine échelle sur toutes les gammes utilisées.

▼M2

1.4.1.4. Dérive du zéro

La réponse zéro est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de mise à zéro dans un intervalle de temps de 30 secondes. La dérive de la réponse zéro sur une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme la plus basse utilisée.

1.4.1.5. Dérive de l'échelle

La réponse du point haut de l'échelle est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de réglage de sensibilité durant un intervalle de temps de 30 secondes. La dérive de la réponse du point haut de l'échelle sur une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme la plus basse utilisée.

1.4.2. *Séchage des gaz*

Les gaz d'échappement peuvent être mesurés en conditions humides ou sèches. Tout dispositif dessiccateur éventuellement utilisé 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.

1.4.3. *Analyseurs*

Les points 1.4.3.1 à 1.4.3.5 du présent appendice indiquent les principes de mesure à utiliser. Une description détaillée des systèmes de mesure figure à l'annexe VI.

Les gaz à mesurer doivent être analysés au moyen des appareils décrits ci-après. L'utilisation de circuits de linéarisation est autorisée avec les analyseurs non linéaires.

1.4.3.1. Analyse du monoxyde de carbone (CO)

L'analyseur de monoxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

1.4.3.2. Analyse du dioxyde de carbone (CO_2)

L'analyseur utilisé de dioxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (NDIR).

1.4.3.3. Analyse de l'oxygène (O_2)

Les analyseurs d'oxygène doivent être du type à détecteur paramagnétique (PMD), à sonde zircone (ZRDO) ou à cellule électrochimique (ECS).

Remarque: Les analyseurs à sonde zircone ne sont pas recommandés lorsque les concentrations d'HC et de CO sont élevées comme c'est le cas avec des moteurs à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre. Les appareils à cellule électrochimique doivent avoir une compensation d'interférence du CO_2 et des NO_x.

1.4.3.4. Analyse des hydrocarbures (HC)

Dans le cas d'un échantillonnage direct des gaz, l'analyseur des hydrocarbures sera du type détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID), avec le détecteur, les vannes, les tuyauteries, etc., chauffés de façon à maintenir une température des gaz de 463 ± 10 K (190 ± 10 °C).

Dans le cas d'un échantillonnage des gaz avec dilution, l'analyseur des hydrocarbures sera du type détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID) ou détecteur à ionisation de flamme (FID).

▼M2

1.4.3.5. Analyse des oxydes d'azote (NO_x)

L'analyseur des oxydes d'azote sera du type détecteur à chimiluminescence (CLD) ou détecteur à chimiluminescence chauffé (HCLD) avec un convertisseur NO_2/NO si la mesure est effectuée en conditions sèches. Si la mesure est faite en conditions humides, on utilisera un appareil HCLD avec convertisseur maintenu au-dessus de 328 K (55 °C), à condition que la vérification de l'effet d'atténuation de l'eau (annexe III, appendice 2, point 1.9.2.2) ait été satisfaisante. Pour les appareils CLD comme pour les appareils HCLD, le trajet des échantillons doit être maintenu à une température de paroi de 328 K à 473 K (55 °C à 200 °C) jusqu'au convertisseur pour la mesure en conditions sèches et jusqu'à l'analyseur pour la mesure en conditions humides.

1.4.4. *Échantillonnage pour les émissions gazeuses*

Si la composition des gaz d'échappement est influencée par un système quelconque de post-traitement des gaz d'échappement, l'échantillon d'échappement doit être pris en aval de ce dispositif.

La sonde de prélèvement de l'échappement devrait être placée en un point situé du côté haute pression du pot d'échappement mais aussi loin que possible de la lumière d'échappement. Pour assurer un mélange complet des gaz d'échappement du moteur avant le prélèvement de l'échantillon, une chambre de mélange peut, à titre facultatif, être intercalée entre la sortie du pot d'échappement et la sonde de prélèvement. La chambre de mélange doit avoir un volume intérieur non inférieur à 10 fois la cylindrée du moteur soumis aux essais et ses dimensions doivent être à peu près les mêmes en hauteur, en largeur et en profondeur, à la manière d'un cube. La taille de la chambre de mélange doit être aussi réduite que possible pratiquement et la chambre doit être couplée en un point aussi proche que possible du moteur. La ligne d'échappement en sortie de la chambre de mélange du pot d'échappement doit se prolonger sur au moins 610 mm au-delà de l'emplacement de la sonde de prélèvement et être de diamètre suffisant pour réduire au maximum la contre-pression. La température de la paroi intérieure de la chambre de mélange doit être maintenue au-dessus du point de rosée des gaz d'échappement; une température d'au minimum 338 K (65 °C) est recommandée.

Tous les constituants peuvent être, au choix, mesurés directement dans le tunnel de dilution ou par échantillonnage dans un sac de prélèvement avec mesure ultérieure de la concentration présente dans le sac.

▼M2

Appendice 2

1. ÉTALONNAGE DES INSTRUMENTS D'ANALYSE

1.1. **Introduction**

Chaque analyseur est étalonné aussi souvent qu'il le faut pour respecter les conditions de précision de la présente norme. La méthode d'étalonnage à utiliser est décrite dans le présent point pour les analyseurs indiqués à l'appendice 1, point 1.4.3.

1.2. **Gaz d'étalonnage**

La durée de conservation de tous les gaz d'étalonnage doit être respectée.

La date d'expiration de la période de conservation des gaz d'étalonnage indiquée par le fabricant doit être enregistrée.

1.2.1. *Gaz purs*

La pureté requise des gaz est définie par les limites de contamination indiquées ci-dessous. Les gaz suivants doivent pouvoir être utilisés:

— azote purifié (contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 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, le complément étant de l'hélium); contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO_2

— air synthétique purifié (contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO_2, ≤ 0,1 ppm NO (teneur en oxygène entre 18 et 21 % vol.)

1.2.2. *Gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité*

On utilisera des mélanges de gaz ayant la composition chimique suivante:

— C_3H_8 et air synthétique purifié (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 autorisées à condition que ceux-ci ne réagissent pas les uns sur les autres.

La concentration réelle d'un gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité doit être conforme à la valeur nominale à ± 2 % près. Toutes les concentrations des gaz d'étalonnage sont données en volume (pourcentage en volume ou ppm en volume).

Les gaz servant à l'étalonnage et au réglage de la sensibilité peuvent aussi être obtenus au moyen d'un mélangeur-doseur de précision (diviseur de gaz) par dilution avec du N_2 purifié ou avec de l'air de synthèse purifié. La précision de l'appareil mélangeur doit être telle que la concentration des gaz d'étalonnage dilués puisse être déterminée à ± 1,5 % près. Cette précision implique que les gaz primaires utilisés pour le mélange soient connus avec une précision d'au moins ± 1 %, raccordable à des étalons de gaz nationaux ou internationaux. La vérification doit être effectuée entre 15 à 50 % de la pleine échelle pour chaque étalonnage faisant intervenir l'utilisation d'un mélangeur-doseur.

▼M2

En variante, 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 ± 0,5 % près de la valeur nominale.

1.2.3. *Contrôle d'interférence à l'oxygène*

Les gaz de contrôle de l'interférence à l'oxygène doivent contenir du propane à 350 ppm C ± 75 ppm C d'hydrocarbures. La valeur de la concentration doit être déterminée aux tolérances des gaz d'étalonnage par analyse chromatographique des hydrocarbures totaux plus les impuretés ou par mélange-dosage dynamique. L'azote doit être le diluant prédominant avec le complément en oxygène. Le dosage requis pour l'essai de moteurs à essence est le suivant:

Concentration interférence O_2	Complément
10 (9 à 11)	azote
5 (4 à 6)	azote
0 (0 à 1)	azote

1.3. **Mode d'utilisation des analyseurs et du système d'échantillonnage**

Le mode d'utilisation des analyseurs doit être conforme aux instructions de mise en marche et d'utilisation du constructeur de l'appareil. Les prescriptions minimales indiquées aux points 1.4 à 1.9 doivent être respectées. Pour les instruments de laboratoire tels que chromatographes GC et HPLC (chromatographie en phase liquide sous haute pression), seules les dispositions du point 1.5.4 s'appliquent.

1.4. **Essai d'étanchéité**

Un essai d'étanchéité du système doit être effectué. À cette fin, la sonde doit être déconnectée du système d'échappement et son extrémité obturée. La pompe de l'analyseur est mise en marche. Après une période initiale de stabilisation, tous les débitmètres doivent indiquer zéro. Sinon, il faut vérifier les tubes de prélèvement et remédier à l'anomalie.

Le taux de fuite maximal admissible côté dépression est de 0,5 % du débit en service pour la partie du système soumise à la vérification. Les débits de l'analyseur et du système de dérivation peuvent être utilisés pour estimer les débits en cours d'utilisation.

À titre de variante, le système peut être mis au vide à une dépression d'au moins 20 kPa (80 kPa en pression absolue). Après une période de stabilisation initiale, l'augmentation de la pression δp (en kPa/min) dans le système ne doit pas dépasser:

$$\delta p = p/V_{syst} \times 0{,}005 \times fr$$

où:

V_{syst} = volume du système [l]

fr = débit du système [l/min]

Une autre méthode consiste à introduire une variation en échelon de la concentration à l'entrée du tube de prélèvement en commutant entre le gaz de mise à zéro et le gaz de réglage de sensibilité. Si, à la fin d'un temps suffisant, on relève une concentration inférieure à la concentration introduite, cela dénote des problèmes d'étalonnage ou d'étanchéité.

▼M2

1.5. **Procédure d'étalonnage**

1.5.1. *Ensemble du dispositif*

L'ensemble du dispositif doit être étalonné et les courbes d'étalonnage vérifiées par rapport à des gaz étalons. Les débits de gaz utilisés doivent être les mêmes que lors du prélèvement des gaz d'échappement.

1.5.2. *Temps de mise en température*

Le temps de mise en température doit être conforme aux recommandations du constructeur. Faute d'indications, un minimum de deux heures est recommandé pour la mise en température des analyseurs.

1.5.3. *Analyseurs NDIR et HFID*

L'analyseur NDIR doit être réglé si nécessaire et la flamme de combustion de l'analyseur HFID optimisée (point 1.9.1).

1.5.4. *Chromatographes GC et HPCL*

Les deux instruments doivent être étalonnés conformément aux bonnes pratiques de laboratoire et suivant les instructions du fabricant.

1.5.5. *Élaboration des courbes d'étalonnage*

1.5.5.1. Principes généraux

a) Chaque gamme de mesure normalement utilisée doit être étalonnée.

b) Au moyen d'air synthétique purifié (ou d'azote), on met à zéro les analyseurs de CO, de CO_2, de NO_x et de HC.

c) Les gaz d'étalonnage adéquats doivent être introduits dans les analyseurs, les valeurs enregistrées et les courbes d'étalonnage établies.

d) Pour toutes les gammes des instruments, à l'exception de la gamme la plus basse, la courbe d'étalonnage est élaborée sur au moins 10 points d'étalonnage (à l'exclusion du zéro) régulièrement espacés. Pour la gamme la plus basse de l'instrument, la courbe d'étalonnage est élaborée sur au moins 10 points d'étalonnage (à l'exclusion du zéro) espacés de manière à ce que la moitié des points soit située en dessous de 15 % de la pleine échelle de l'analyseur et le reste au-dessus de 15 % de la pleine échelle. Pour toutes les gammes, la concentration nominale maximale doit être égale ou supérieure à 90 % de la pleine échelle.

e) La courbe d'étalonnage est calculée par la méthode des moindres carrés. Une équation d'ajustement linéaire ou non linéaire peut être utilisée.

f) 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.

g) On vérifie de nouveau le réglage sur le zéro et on répète si nécessaire la procédure d'étalonnage.

1.5.5.2. Autres méthodes

D'autres techniques (par exemple ordinateur, commutateur de gamme électronique) peuvent aussi être utilisées si on peut prouver qu'elle sont d'une précision équivalente.

▼M2

1.6. **Vérification de l'étalonnage**

Toutes les gammes de détection normalement utilisées sont vérifiées avant chaque analyse conformément à la procédure suivante.

L'étalonnage est vérifié au moyen d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité dont la valeur nominale est supérieure à 80 % de la pleine échelle de la gamme de mesure.

Si, pour les deux points considérés, la valeur relevée 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. Dans le cas contraire, le gaz de réglage de sensibilité est à vérifier ou une nouvelle courbe d'étalonnage devra être tracée conformément au point 1.5.5.1.

1.7. **Étalonnage de l'analyseur de gaz traceur pour la mesure du débit d'échappement**

L'analyseur utilisé pour mesurer les concentrations du gaz traceur doit être étalonné à l'aide du gaz étalon.

La courbe d'étalonnage est élaborée sur au moins 10 points d'étalonnage à l'exclusion du zéro, espacés de manière à ce qu'une moitié des points soit placée entre 4 % et 20 % de la pleine échelle de l'analyseur et le reste entre 20 % et 100 % de la pleine échelle. La courbe d'étalonnage est calculée par la méthode des moindres carrés.

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage de plus de ± 1 % de la pleine échelle dans la plage de 20 % à 100 % de la pleine échelle. Elle ne doit pas non plus s'écarter de la valeur nominale de plus de ± 2 % du relevé dans la plage de 4 % à 20 % de la pleine échelle. 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.

1.8. **Essai d'efficacité du convertisseur de NO_x**

L'efficacité du convertisseur utilisé pour convertir le NO_2 en NO est éprouvée de la manière indiquée aux points 1.8.1 à 1.8.8 (figure 1 de l'annexe III, appendice 2).

1.8.1. *Installation d'essai*

Avec l'installation d'essai illustrée sur la figure 1 de l'annexe III et la méthode décrite ci-dessous, on peut vérifier l'efficacité des convertisseurs au moyen d'un ozoniseur.

1.8.2. *Étalonnage*

Le CLD et le HCLD sont étalonnés dans la gamme de mesure la plus couramment utilisée conformément aux spécifications du constructeur, avec un gaz de mise à zéro et un gaz de réglage de sensibilité (ce dernier doit avoir teneur en NO correspondant à 80 % environ de la gamme de mesure 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 mis dans le mode NO pour que le gaz de réglage de sensibilité ne passe pas dans le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée.

1.8.3. *Calcul*

L'efficacité du convertisseur de NO_x est calculée de la manière:

$$\text{Efficacité (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \times 100\right)$$

▼**M2**

où:

a = concentration de NO_x selon le point 1.8.6

b = concentration de NO_x selon le point 1.8.7

c = concentration de NO selon le point 1.8.4

d = concentration de NO selon le point 1.8.5.

1.8.4. *Adjonction d'oxygène*

À l'aide d'un raccord en T, on ajoute en continu de l'oxygène ou de l'air de mise à zéro au flux de gaz jusqu'à ce que la concentration indiquée soit d'environ 20 % inférieure à la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.8.2 (l'analyseur est en mode NO).

La valeur indiquée pour la concentration (c) est enregistrée. L'ozoniseur doit demeurer hors fonction pendant toute cette opération.

1.8.5 *Mise en fonctionnement de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est alors mis en fonction afin de fournir suffisamment d'ozone pour abaisser la concentration de NO à 20 % environ (10 % au minimum) de la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.8.2. La valeur indiquée pour la concentration (d) est enregistrée (l'analyseur est en mode NO).

1.8.6 *Mode NO_x*

L'analyseur de NO est ensuite commuté sur le mode NO_x pour que le mélange de gaz (constitué de NO, NO_2, O_2 et N_2) passe désormais dans le convertisseur. La valeur indiquée pour la concentration (a) doit être enregistrée (l'analyseur est en mode NO_x).

1.8.7. *Arrêt de l'ozoniseur*

L'ozoniseur est maintenant arrêté. Le mélange de gaz indiqué au point 1.8.6 traverse le convertisseur pour arriver dans le détecteur. La valeur indiquée pour la concentration (b) est enregistrée (l'analyseur est en mode NO_x).

1.8.8. *Mode NO*

Une fois commuté sur le mode NO, l'ozoniseur étant arrêté, on coupe aussi l'arrivée d'oxygène ou d'air de synthèse. La valeur de NO_x affichée par l'analyseur ne doit pas s'écarter de plus de ± 5 % de la valeur mesurée selon le point 1.8.2 (l'analyseur est en mode NO).

1.8.9. *Intervalle des essais*

L'efficacité du convertisseur doit être éprouvée mensuellement.

1.8.10. *Efficacité requise*

L'efficacité du convertisseur ne doit pas être inférieure à 90 % mais une efficacité supérieure de 95 % est fortement recommandée.

Remarque: Si, l'analyseur étant dans la gamme la plus courante, l'ozoniseur ne permet pas d'obtenir une réduction de 80 à 20 % selon le point 1.8.5, on utilise la gamme la plus élevée qui donnera cette réduction.

▼M2

1.9. **Réglage du FID**

1.9.1. *Optimisation de la réponse du détecteur*

Le détecteur HFID doit être réglé selon les indications du constructeur de l'appareil. On utilise un gaz de réglage de sensibilité contenant du propane et de l'air pour optimiser la réponse dans la gamme de mesure la plus courante.

Les débits du carburant et de l'air étant réglés selon les recommandations du constructeur, on introduit dans l'analyseur un gaz de réglage de sensibilité de 350 ± 75 ppm C. La réponse pour un débit de carburant donné est déterminée d'après la différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et la réponse au gaz de mise à zéro. Le débit de carburant doit être réglé par incréments au-dessus et au-dessous de la spécification du constructeur. On enregistre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et au gaz de mise à zéro pour ces débits du carburant. On établit une courbe de la différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et la réponse au gaz de mise à zéro et le débit de carburant est réglé du côté riche de la courbe. Cette opération constitue le réglage initial du débit et peut nécessiter une optimisation ultérieure en fonction des résultats du facteur de réponse aux hydrocarbures et du contrôle de l'interférence à l'oxygène conformément aux points 1.9.2 et 1.9.3.

Si l'interférence à l'oxygène ou les facteurs de réponse aux hydrocarbures ne répondent pas aux spécifications suivantes, le débit d'air devra être ajusté par incréments au-dessus et au-dessous des valeurs spécifiées par le fabricant; les opérations des points 1.9.2 et 1.9.3 sont à répéter pour chaque débit.

1.9.2. *Facteurs de réponse pour les hydrocarbures*

On étalonne l'analyseur en utilisant du propane dans de l'air et de l'air de synthèse purifié, conformément au point 1.5.

Les facteurs de réponse doivent être déterminés lors de la mise en service d'un analyseur et, par la suite, après les grands entretiens. Le facteur de réponse (R_f) pour une espèce d'hydrocarbure donnée est le rapport entre la valeur C1 indiquée par le FID et la concentration de gaz dans la bouteille exprimée en ppm C1.

La concentration du gaz d'essai doit se situer à un niveau donnant une réponse correspondant à 80 % environ de la pleine échelle. La concentration doit être connue avec une précision de ± 2 % par rapport à un étalon gravimétrique exprimé en volume. En outre, la bouteille de gaz doit être préalablement conditionnée pendant 24 heures à une température de 298 K (25 °C) ± 5 K.

Les gaz d'essai à utiliser et les différentes gammes recommandées pour les facteurs de réponse sont les suivants:

— méthane et air synthétique purifié: $1{,}00 \leq R_f \leq 1{,}15$

— propylène et air synthétique purifié: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}1$

— toluène et air synthétique purifié: $0{,}90 \leq R_f \leq 1{,}10$

Ces valeurs se rapportent au facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et pour l'air synthétique purifié.

1.9.3. *Contrôle de l'interférence à l'oxygène*

Le contrôle de l'interférence à l'oxygène est effectué à la mise en service d'un analyseur et par la suite lors des grands entretiens. On choisit une gamme où les gaz de contrôle de l'interférence à l'oxygène tomberont dans la tranche haute de 50 %. L'essai est effectué avec le four réglé à la température voulue. Les gaz d'interférence à l'oxygène sont spécifiés au point 1.2.3.

a) On règle le zéro de l'analyseur.

▼M2

b) On règle l'échelle de l'analyseur avec le mélange à 0 % d'oxygène pour moteurs à essence.

c) La réponse du zéro est à nouveau vérifiée. Si elle a varié de plus de 0,5 % de la pleine échelle, on répète les opérations des points a) et b).

d) On introduit les gaz de contrôle de l'interférence à l'oxygène à 5 % et à 10 %.

e) La réponse du zéro est à nouveau vérifiée. Si elle a varié de plus de ± 1 % de la pleine échelle, l'essai doit être recommencé.

f) L'interférence à l'oxygène (% O_2I) est calculée comme suit pour chaque mélange du point d):

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100$$

$$\text{ppm C} = \frac{A}{D}$$

où:

A = concentration d'hydrocarbures (ppm C) du gaz de réglage de sensibilité utilisé au point b)

B = concentration d'hydrocarbures (ppm C) des gaz de contrôle de l'interférence à l'oxygène utilisés au point d)

C = réponse de l'analyseur

D = pourcentage de la réponse de l'analyseur à la pleine échelle due à A

g) Le pourcentage d'interférence à l'oxygène (% O_2I) doit être, avant l'essai, inférieur à ± 3 % pour tous les gaz prescrits pour le contrôle de l'interférence à l'oxygène.

h) Si l'interférence à l'oxygène est supérieure à ± 3 %, le débit d'air est ajusté par incréments au-dessus et au-dessous des spécifications du fabricant en répétant l'opération du point 1.9.1 pour chaque débit.

i) Si l'interférence à l'oxygène est supérieure à ± 3 % après avoir réglé le débit d'air, on ajuste le débit de carburant puis le débit de l'échantillon, en répétant les opérations du point 1.9.1 pour chaque nouveau réglage.

j) Si l'interférence à l'oxygène est toujours supérieure à ± 3 %, il faut réparer ou remplacer l'analyseur, le carburant du FID ou l'air du brûleur. Les opérations du présent point devront ensuite être recommencées sur les équipements réparés ou remplacés ou avec les nouveaux gaz.

1.10. **Effets d'interférence avec les analyseurs de CO, de CO_2, de NO_X et d'O_2**

Les gaz autres que celui qui est en cours d'analyse peuvent interférer de plusieurs manières avec les valeurs relevées. Il y a interférence positive dans les instruments NDIR et PMD lorsque le gaz qui interfère fournit le même effet que celui qui est mesuré mais à un degré moindre. Il y a interférence négative dans les instruments NDIR lorsqu'un gaz interférent élargit la bande d'absorption du gaz mesuré, et dans des instruments CLD lorsque le gaz interférent atténue le rayonnement. Les contrôles d'interférence indiqués aux points 1.10.1 et 1.10.2 sont exécutés avant la mise en service d'un analyseur et par la suite lors des grands entretiens, et en tout état de cause au moins une fois par an.

▼M2

1.10.1. *Contrôle de l'interférence sur l'analyseur de CO*

L'eau et le CO_2 peuvent interférer avec le fonctionnement de l'analyseur de CO. On laisse par conséquent barboter dans de l'eau, à température ambiante, un gaz de réglage de sensibilité au CO_2 d'une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme de détection maximale utilisée durant les essais et on enregistre la réponse de l'analyseur. Cette réponse ne doit pas être supérieure à 1 % de la pleine échelle pour des gammes d'étendue égale ou supérieure à 300 ppm ni à 3 ppm pour des gammes d'étendue inférieure à 300 ppm.

1.10.2. *Vérifications des effets d'atténuation dans l'analyseur de NO_x*

Les deux gaz à considérer pour les analyseurs CLD (et HCLD) sont le CO_2 et la vapeur d'eau. Les degrés d'atténuation de ces gaz sont proportionnels à leurs concentrations et nécessitent par conséquent des techniques d'essai pour déterminer l'effet d'atténuation aux concentrations les plus élevées prévues pendant l'essai.

1.10.2.1. Vérifications de l'effet d'atténuation dans l'analyseur de CO_2

On fait passer à travers l'analyseur NDIR un gaz de réglage de sensibilité au CO_2 qui possède une concentration de 80 % à 100 % de la pleine échelle de la gamme de détection maximale et on enregistre la valeur mesurée pour le CO_2 (A). Le gaz est ensuite dilué à 50 % environ avec un gaz de réglage de sensibilité au NO et on le fait passer à travers le NDIR et le (H)CLD en enregistrant les valeurs de CO_2 et de NO (respectivement B et C). On ferme l'arrivée de CO_2 pour que seul le gaz de réglage de sensibilité au NO passe à travers le (H)CLD et on enregistre la valeur mesurée de NO (D).

L'effet d'atténuation, qui ne doit pas être supérieur à 3 % de la pleine échelle, est calculé comme suit:

$$\%\ CO_2 \text{effet d'atténuation} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)}\right)\right] \times 100$$

où:

A = concentration de CO_2 non dilué mesurée à l'aide du NDIR (%)

B = concentration de CO_2 dilué mesurée à l'aide du NDIR (%)

C = concentration de NO dilué mesurée à l'aide du CLD (ppm)

D = concentration de NO non dilué mesurée à l'aide du CLD (ppm)

Des méthodes équivalentes de dilution et de quantification des valeurs des gaz de réglage de la sensibilité au CO_2 et au NO, telles que méthode dynamique/par mélange/par dosage, peuvent être utilisées.

1.10.2.2. Vérification de l'effet d'atténuation de l'eau

Cette vérification s'applique uniquement aux mesures de concentration de gaz humides. Le calcul de l'effet d'atténuation de l'eau doit tenir compte de la dilution du gaz de réglage de sensibilité au NO dans 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 prévue pendant l'essai.

▼**M2**

Un gaz de réglage de sensibilité au NO qui possède une concentration de 80 % à 100 % de la pleine échelle de la gamme de détection normale doit traverser le (H)CLD et la valeur mesurée pour le NO être enregistrée en tant que valeur D. On laisse le gaz de réglage de sensibilité au NO barboter dans de l'eau à température ambiante pour passer ensuite à travers le (H)CLD et on enregistre la valeur mesurée pour le NO en tant que valeur C. La température de l'eau est déterminée et enregistrée en tant que valeur F. La pression de vapeur saturante du mélange qui correspond à la température (F) de l'eau du barboteur doit être déterminée et enregistrée en tant que valeur G. La concentration de vapeur d'eau (en %) du mélange doit être calculée comme suit:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{p_B} \right)$$

et enregistrée comme H. La concentration escomptée du gaz de réglage de sensibilité au NO dilué (dans de la vapeur d'eau) se calcule comme suit:

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

et est enregistrée comme D_e.

L'effet d'atténuation dû à l'eau ne doit pas dépasser 3 % et se calcule comme suit:

$$\%\ H_2O\ \text{effet d'atte énuation} = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

où:

D_e = concentration diluée prévue de NO (ppm)

C = concentration diluée de NO (ppm)

H_m = concentration maximale de vapeur d'eau (%)

H = concentration réelle de vapeur d'eau (%)

Remarque: Il est important que le gaz de réglage de sensibilité au NO contienne une concentration minimale de NO_2 pour cette vérification étant donné qu'il n'a pas été tenu compte de l'absorption du NO_2 pour les calculs de l'effet d'atténuation.

1.10.3. *Interférence sur l'analyseur d'O_2*

La réponse d'un analyseur PDM due à des gaz autres que l'oxygène est comparativement faible. Les équivalents en oxygène des constituants communs des gaz d'échappement sont présentés au tableau 1:

Tableau 1 — Équivalents oxygène

Gaz	Équivalent O_2 %
Dioxyde de carbone (CO_2)	- 0,623
Monoxyde de carbone (CO)	- 0,354
Monoxyde d'azote (NO)	+ 44,4
Dioxyde d'azote (NO_2)	+ 28,7
Eau (H_2O)	- 0,381

▼**M2**

La concentration d'oxygène observée doit être corrigée à l'aide de la formule suivante si on désire faire des mesures de haute précision:

$$\text{Interférence} = \frac{(\text{Équivalent \% } O_2 \times \text{Conventration observé})}{100}$$

1.11. **Intervalles d'étalonnage**

Les analyseurs doivent être étalonnés conformément au point 1.5 tous les trois mois au moins ou à l'occasion de chaque réparation ou modification du système susceptible d'influer sur l'étalonnage.

▼M2

Appendice 3

1. ÉVALUATION ET CALCUL DES DONNÉES

1.1. **Évaluation des émissions gazeuses**

Pour évaluer les émissions gazeuses, on prend la moyenne des valeurs relevées par l'enregistreur graphique sur au moins les 120 dernières secondes de chaque mode et on détermine les concentrations moyennes (conc) de HC, de CO, de NO_x et de CO_2 produites durant chaque mode à partir des moyennes des valeurs enregistrées et des données d'étalonnage correspondantes. Un type d'enregistrement différent peut être utilisé s'il garantit l'obtention de données équivalentes.

La concentration de fond moyenne ($conc_d$) peut être déterminée d'après les valeurs enregistrées pour l'air de dilution contenu dans le sac ou d'après les valeurs de la concentration de fond enregistrées en continu (sans prélèvement en sac) et les données d'étalonnage correspondantes.

1.2. **Calcul des émissions gazeuses**

Les résultats des essais indiqués en dernier recours sont obtenus par les opérations suivantes.

1.2.1. *Correction pour le passage de l'état sec à l'état humide*

La concentration mesurée, si elle n'a pas été déterminée à l'état humide, doit être convertie en une mesure en conditions humides:

$$\text{conc (humide)} = k_w \times \text{conc (sec)}$$

Pour les gaz d'échappement bruts:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\ CO[sec] + \%\ CO_2[sec]) - 0{,}01 \times \%\ H_2[sec] + k_{w2}}$$

où α est le rapport hydrogène/carbone du carburant.

On calcule la concentration de H_2 dans l'échappement:

$$H_2[sec] = \frac{05 \times \alpha \times \%\ CO[sec] \times \%\ CO[sec] + \%\ CO_2[sec]}{\%\ CO[sec] + (3 \times \%\ CO_2[sec])}$$

On calcule le facteur K_{w2}:

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

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

Pour les gaz d'échappement dilués:

Si la mesure du CO_2 a été faite en conditions humides, l'équation est:

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \%\ CO2[humide]}{200}\right) - k_{w1}$$

Si la mesure du CO_2 a été faite en conditions sèches, l'équation est::

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\ CO_2[sec]}{200}}\right)$$

▼M2

où α est le rapport hydrogène/carbone du carburant.

Le facteur K_{w1} est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

où:

H_d = humidité absolue de l'air de dilution, en g d'eau par kg d'air sec

H_a = humidité absolue de l'air d'admission, en g d'eau par kg d'air sec

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Pour l'air de dilution:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Le facteur kw1 est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

où:

H_d = humidité absolue de l'air de dilution, en g d'eau par kg d'air sec

H_a = humidité absolue de l'air d'admission, en g d'eau par kg d'air sec

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Pour l'air d'admission (s'il est différent de l'air de dilution):

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Le facteur k_{w2} est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

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

▼M2

1.2.2. *Correction d'humidité pour les NO_x*

Les émissions de NO_x étant fonction des conditions de l'air ambiant, la concentration de NO_x doit être multipliée par le facteur K_H qui prend en compte l'humidité:

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \text{(pour moteurs 4 temps)}$$

$$K_H = 1 \text{ (pour moteurs 2 temps)}$$

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

1.2.3. *Calcul des débits massiques d'émissions*

Les débits massiques d'émissions, Gas_{mass} [g/h], pour chaque mode sont calculés comme suit.

a) Pour les gaz d'échappement bruts ([1]):

$$Gas_{mass} = \frac{MW_{Gas}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[\text{humide}] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [\text{humide}] + \%\ HC\ [\text{humide}]\}} \times \%\ \text{conc} \times G_{CARB} \times 1000$$

où:

G_{CARB} [kg/h] est le débit massique du carburant;

MW_{Gas} [kg/kmole] est la masse moléculaire du gaz considéré, voir tableau 1;

Table 1 — Masses moléculaires

Gas	MW_{Gas} [kg/kmole]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$MW_{HC} = MW_{CARB}$
CO_2	44,01

— $MW_{CARB} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 + ß \times 15{,}9994$ [kg/kmole] est la masse moléculaire d'un carburant ayant un rapport hydrogène/carbone α et un rapport oxygène/carbone ß ([2]);

— CO_{2AIR} est la concentration de CO_2 dans l'air d'admission (elle est présumée égale à 0,04 % si elle n'est pas mesurée).

b) Pour les gaz d'échappement dilués ([1]):

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

([1]) Dans le cas des NO_x, la concentration doit être multipliée par le facteur de correction d'humidité K_H (facteur de correction d'humidité pour les NO_x).

([2]) La norme ISO 8178-1 donne une formule plus complète de la masse moléculaire du carburant [formule 50 du chapitre 13.5.1 b)]. La formule prend en compte non seulement le rapport hydrogène/carbone et le rapport oxygène/carbone mais aussi d'autres constituants possibles du carburant comme le soufre et l'azote. Cependant, étant donné que les moteurs à allumage commandé visés par la directive sont soumis aux essais avec une essence (citée comme carburant de référence dans l'annexe V) ne contenant habituellement que du carbone et de l'hydrogène, la formule simplifiée est utilisée.

▼M2

où

— G_{TOTW} [kg/h] est le débit massique des gaz d'échappement dilués en conditions humides qui, lorsqu'on utilise un système de dilution en circuit principal, doit être déterminé conformément à l'annexe III, appendice 1, point 1.2.4,

— $conc_c$ concentration de fond corrigée:

$$conc_c = conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$$

avec

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

Le coefficient u est donné au tableau 2.

Tableau 2 — Valeurs du coefficient u

Gas	U	conc
NO_x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO_2	15,19	%

Les valeurs du coefficient u sont basées sur une masse moléculaire des gaz d'échappement dilués égale à 29 [kg/kmole]; la valeur de u pour les HC est basée sur un rapport carbone/hydrogène moyen de 1:1,85.

1.2.4. *Calcul des émissions spécifiques*

L'émission spécifique (g/kWh) est calculée pour chaque constituant donné:

$$\text{Gaz considéré} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

où $P_i = P_{M,i} + P_{AE,i}$

Lorsque des auxiliaires tels que ventilateur ou soufflante de refroidissement restent en place pour l'essai, la puissance absorbée qu'ils représentent est ajoutée aux résultats, sauf si ces auxiliaires font partie intégrante du moteur. La puissance du ventilateur ou de la soufflante est déterminée, aux régimes utilisés pour les essais, soit par le calcul d'après les caractéristiques standard, soit par des essais pratiques (annexe VII, appendice 3).

Les facteurs de pondération et le numéro des n modes utilisés pour les calculs ci-dessus sont indiqués à l'annexe IV, point 3.5.1.1.

▼M2

2. EXEMPLES

2.1. **Données relevées pour les gaz d'échappement bruts sur un moteur à 4 temps à allumage commandé**

En ce qui concerne les données expérimentales (tableau 3), on effectue les calculs d'abord pour le mode n° 1 puis on les étend aux autres modes d'essai en utilisant la même procédure.

Tableau 3 — Données expérimentales d'un moteur à 4 temps à allumage commandé

Mode		1	2	3	4	5	6
Régime du moteur	min^{-1}	2 550	2 550	2 550	2 550	2 550	1 480
Puissance	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
% de charge	%	100	75	50	25	10	0
Facteurs de pondération	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pression barométrique	kPa	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
Température de l'air	°C	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Humidité relative de l'air	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Humidité absolue de l'air	g_{H20}/kg_{air}	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO en conditions sèches	ppm	60 995	40 725	34 646	41 976	68 207	37 439
NO_x en conditions humides	ppm	726	1 541	1 328	377	127	85
HC en conditions humides	ppm C1	1 461	1 308	1 401	2 073	3 024	9 390
CO_2 en conditions sèches	% vol.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Débit massique du carburant	kg/h	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Rapport H/C du carburant, α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Rapport O/C du carburant, β	—	0	0	0	0	0	0

2.1.1. *Facteur de conversion valeur sèche/valeur humide k_w*

On doit calculer le facteur de conversion valeur sèche/valeur humide K_w pour convertir les mesures sèches du CO et du CO_2 en valeurs humides:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\ CO\ [sec] + \%\ CO_2[sec]) - 0{,}01 \times \%\ H_2[sec] + k_{w2}}$$

où:

$$H_2[sec] = \frac{0{,}5 \times \alpha \times \%\ CO\ [sec] \times (\%\ CO\ [sec] + \%\ CO_2[sec])}{\%\ CO\ [sec] + (3 \times \%\ CO_2[sec])}$$

et

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

▼M2

$$H_2(\text{sec}) = \frac{0{,}5 \times 1{,}85 \times 6{,}0995 \times (6{,}0995 + 11{,}4098)}{6{,}0995 + (3 \times 11{,}4098)} = 2{,}450\%$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times 5{,}696}{1000 + (1{,}608 \times 5{,}696)} = 0{,}009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1{,}85 \times 0{,}005 \times (6{,}0995 + 11{,}4098) - 0{,}01 \times 2{,}450 + 0{,}009} = 0{,}872$$

$$\text{CO [humide]} = \text{CO [sec]} \times k_w = 60\,995 \times 0{,}872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$CO_2\text{[humide]} = CO_2\text{[sec]} \times k_w = 11{,}410 \times 0{,}872 = 9{,}951\% \text{ vol.}$$

Tableau 4 — Valeurs humides du CO et du CO_2 suivant les modes

Mode		1	2	3	4	5	6
H_2 sec	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k_{w2}	—	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k_w	—	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO humide	ppm	53 198	35 424	30 111	36 518	59 631	33 481
CO_2 humide	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2. *Émissions de HC*

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2\text{[hum]} - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ \text{CO[hum]} + \%\ \text{HC[hum]}\}} \times \%\ \text{conc} \times G_{CARB} \times 1000$$

où:

$$MW_{HC} = MW_{CARB}$$

$$MW_{CARB} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 = 13{,}876$$

$$HC_{mass} = \frac{13{,}876}{13{,}876} \times \frac{1}{(9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461)} \times 0{,}1461 \times 2{,}985 \times 1000 = 28{,}361 \text{ g/h}$$

Tableau 5 — Émissions de HC [g/h] en fonction des modes

Mode	1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

▼M2

2.1.3. *Émissions de NO_x*

On doit d'abord calculer le facteur de correction d'humidité K_H pour les émissions de NO_x:

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times 5{,}696 - 0{,}862 \times 10^{-3} \times (5{,}696)^2 = 0{,}850$$

Tableau 6 — Facteur de correction d'humidité K_H des émissions de NO_x en fonction des modes

Mode	1	2	3	4	5	6
K_H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

On calcule ensuite NO_{xmass} [g/h]:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[hum] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO[hum] + \%\ HC[hum]\}} \times \%\ conc \times K_H \times G_{CARB} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461} \times 0{,}073 \times 0{,}85 \times 2{,}985 \times 1\ 000 = 39{,}717\ g/h$$

Tableau 7 — Émissions de NO_x [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4 *Émissions de CO*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[hum] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO[hum] + \%\ HC\ [hum]\}} \times \%\ conc \times G_{CARB} \times 1000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461} \times 9{,}951 \times 2{,}985 \times 1\ 000 = 6126{,}806\ g/h$$

Tableau 8 — Émissions de CO [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5. *Émissions de CO_2*

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[hum] - \%\ CO_{2AIR}) + CO\ [hum] + \%\ HC[hum]\}} \times \%\ conc \times G_{CARB} \times 1000$$

▼M2

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{9{,}951 - 0{,}04 + 5{,}3198 + 0{,}1461} \times 9{,}951 \times 2{,}985 \times 1\,000 = 6126{,}806 \text{ g/h}$$

Tableau 9 — Émissions de CO_2 [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648

2.1.6. *Émissions spécifiques*

L'émission spécifique (g/kWh) doit être calculée pour chaque constituant individuellement:

$$\text{Gaz considéré} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tableau 10 — Émissions [g/h] et facteurs de pondération en fonction des modes d'essai

Mode		1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	g/h	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO_{xmass}	g/h	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO_{mass}	g/h	2 084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO_{2mass}	g/h	6 126,806	4 884,739	4 117,202	2 780,662	2 020,061	907,648
Puissance P_I	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Facteur de pondérationen WF_I	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28{,}361 \times 0{,}090 + 18{,}248 \times 0{,}200 + 16{,}026 \times 0{,}290 + 16{,}625 \times 0{,}300 + 20{,}357 \times 0{,}070 + 31{,}578 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 4{,}11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39{,}717 \times 0{,}090 + 61{,}291 \times 0{,}200 + 44{,}013 \times 0{,}290 + 8{,}703 \times 0{,}300 + 2{,}401 \times 0{,}070 + 0{,}820 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 6{,}85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2084{,}59 \times 0{,}090 + 997{,}64 \times 0{,}200 + 695{,}28 \times 0{,}290 + 591{,}18 \times 0{,}300 + 810{,}33 \times 0{,}070 + 227{,}92 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 181{,}93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6126{,}81 \times 0{,}090 + 4884{,}74 \times 0{,}200 + 4117{,}20 \times 0{,}290 + 2780{,}66 \times 0{,}300 + 2020{,}06 \times 0{,}070 + 907{,}65 \times 0{,}050}{9{,}96 \times 0{,}090 + 7{,}50 \times 0{,}200 + 4{,}88 \times 0{,}290 + 2{,}36 \times 0{,}300 + 0{,}940 \times 0{,}070 + 0 \times 0{,}050} = 816{,}36 \text{ g/kWh}$$

2.2. **Données relevées pour les gaz d'échappement bruts sur un moteur à 2 temps à allumage commandé**

En ce qui concerne les données expérimentales (tableau 11), on effectue les calculs d'abord pour le mode n° 1 puis on les étend aux autres modes d'essai en utilisant la même procédure.

▼M2

Tableau 11 — Données expérimentales d'un moteur à 2 temps à allumage commandé

Mode		1	2
Régime du moteur	min^{-1}	9 500	2 800
Puissance	kW	2,31	0
% de charge	%	100	0
Facteurs de pondération	—	0,9	0,1
Pression barométrique	kPa	100,3	100,3
Température de l'air	°C	25,4	25
Humidité relative de l'air	%	38,0	38,0
Humidité absolue de l'air	g_{H20}/kg_{air}	7,742	7,558
CO sec	ppm	37 086	16 150
NO_x humide	ppm	183	15
HC humide	ppmC1	14 220	13 179
CO_2 sec	% Vol.	11,986	11,446
Débit massique du carburant	kg/h	1,195	0,089
Rapport H/C du carburant, α	—	1,85	1,85
Rapport O/C du carburant, β		0	0

2.2.1. *Facteur de correction valeur sèche/valeur humide K_w*

On doit calculer le facteur de correction valeur sèche/valeur humide K_w pour convertir les mesures sèches du CO et du CO_2 en valeurs humides:

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0{,}005 \times (\%\ CO\ [sec] + \%\ CO_2[sec]) - 0{,}01 \times \%\ H_2[sec] + k_{w2}}$$

où:

$$H_2[sec] = \frac{0.5 \times \alpha \times \%\ CO\ [sec] \times (\%\ CO\ [sec] + \%\ CO_2[sec])}{\%\ CO\ [sec] + (3 \times \%\ CO_2[sec])}$$

$$H_2[sec] = \frac{0{,}5 \times 1{,}85 \times 3{,}7086 \times (3{,}7086 + 11{,}986)}{3{,}7086 + (3 \times 11{,}986)} = 1{,}357\ \%$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \times 7{,}742}{1000 + (1{,}608 \times 7{,}742)} = 0{,}012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1{,}85 \times 0{,}005 \times (3{,}7086 + 11{,}986) - 0{,}01 \times 1{,}357 + 0{,}012} = 0{,}874$$

$$CO\ [humide] = CO\ [sec] \times k_w = 37086 \times 0{,}874 = 32420\ ppm$$

$$CO_2[humide] = CO_2[sec] \times k_w = 11{,}986 \times 0{,}874 = 10{,}478\ \%\ vol.$$

▼M2

Tableau 12 — Valeurs humides du CO et CO_2 en fonction des modes d'essai

Mode		1	2
H_2 sec	%	1,357	0,543
kw_2	—	0,012	0,012
k_w	—	0,874	0,887
CO humide	ppm	32 420	14 325
CO_2 humide	%	10,478	10,153

2.2.2. *Émissions de HC*

$$HC_{mass} = \frac{MW_{HC}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[\text{humide}] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [\text{humide}] + \%\ HC\ [\text{humide}]\}} \times \%\ \text{conc} \times G_{CARB} \times 1000$$

où:

$$MW_{HC} = MW_{CARB}$$

$$MW_{CARB} = 12{,}011 + \alpha \times 1{,}00794 = 13{,}876$$

$$HC_{mass} = \frac{13{,}876}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 1{,}422 \times 1{,}195 \times 1\ 000 = 112{,}520\ \text{g/h}$$

Tableau 13 — Émissions de HC [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2
HC_{mass}	112,520	9,119

2.2.3. *Émissions de NO_x*

Le facteur K_H pour la correction des émissions de NO_x est égal à 1 pour les moteurs deux temps:

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[\text{hum}] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [\text{hum}] + \%\ HC\ [\text{hum}]\}} \times \%\ \text{conc} \times K_H \times G_{CARB} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422} \times 0{,}0183 \times 1 \times 1{,}195 \times 1\ 000 = 4{,}800\ \text{g/h}$$

Tableau 14 — Émissions de NO_x [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2
NO_{xmass}	4,800	0,034

2.2.4. *Émissions de CO*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[\text{hum}] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [\text{hum}] + \%\ HC\ [\text{hum}]\}} \times \%\ \text{conc} \times G_{CARB} \times 1000$$

▼M2

$$CO_{mass} = \frac{28{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 3{,}2420 \times 1{,}195 \times 1000 = 517{,}851 \text{ g/h}$$

Tableau 15 — Émissions de CO [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2
CO_{mass}	517,851	20,007

2.2.5. *Émissions de CO_2*

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{CARB}} \times \frac{1}{\{(\%\ CO_2[hum] - \%\ CO_{2AIR}) + \%\ CO\ [hum] + \%\ HC\ [hum]\}} \times \%\ conc \times G_{CARB} \times 1000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44{,}01}{13{,}876} \times \frac{1}{(10{,}478 - 0{,}04 + 3{,}2420 + 1{,}422)} \times 10{,}478 \times 1{,}195 \times 1000 = 2629{,}658 \text{ g/h}$$

Tableau 16 — Émissions de CO_2 [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2
CO_{2mass}	2 629,658	222,799

2.2.6. *Émissions spécifiques*

Les émissions spécifiques (g/kWh) doivent être calculées comme suit pour chaque constituant individuellement:

$$\text{Gaz considéré} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tableau 17 — Émissions [g/h] et facteurs de pondération dans deux modes d'essai

Mode		1	2
HC_{mass}	g/h	112,520	9,119
NO_{xmass}	g/h	4,800	0,034
CO_{mass}	g/h	517,851	20,007
CO_{2mass}	g/h	2 629,658	222,799
Puissance P_{II}	kW	2,31	0
Facteur de pondérationen WF_i	—	0,85	0,15

▼M2

$$HC = \frac{112{,}52 \times 0{,}85 + 9{,}119 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 49{,}4 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{4{,}800 \times 0{,}85 + 0{,}034 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 2{,}08 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{517{,}851 \times 0{,}85 + 20{,}007 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 225{,}71 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{2629{,}658 \times 0{,}85 + 222{,}799 \times 0{,}15}{2{,}31 \times 0{,}85 + 0 \times 0{,}15} = 1155{,}4 \text{ g/kWh}$$

2.3. **Données relevées pour les gaz d'échappement dilués sur un moteur à 4 temps à allumage commandé**

En ce qui concerne les données expérimentales (tableau 18), on effectue les calculs d'abord pour le mode n° 1 puis on les étend aux autres modes d'essai en utilisant la même procédure.

Tableau 18 — Données expérimentales d'un moteur à 4 temps à allumage commandé

Mode		1	2	3	4	5	6
Régime du moteur	min^{-1}	3 060	3 060	3 060	3 060	3 060	2 100
Puissance	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
% de charge	%	100	75	50	25	10	0
Facteurs de pondération	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Pression barométrique	kPa	980	980	980	980	980	980
Température de l'air d'admission ([1])	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Humidité relative de l'air d'admission ([1])	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Humidité absolue de l'air d'admission ([1])	g_{H20}/kg_{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO sec	ppm	3 681	3 465	2 541	2 365	3 086	1 817
NO_x humide	ppm	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC humide	ppm C1	91	92	77	78	119	186
CO_2 sec	% vol.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO sec (concentration de fond)	ppm	3	3	3	2	2	3

▼M2

Mode		1	2	3	4	5	6
NO_x humide (concentration de fond)	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC humide (concentration de fond)	ppm C1	6	6	5	6	6	4
CO_2 sec (concentration de fond)	% vol.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Débit massique des gaz d'échappement dilués G_{TOTW}	kg/h	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Rapport H/C du carburant, α	—	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Rapport O/C du carburant, β		0	0	0	0	0	0

(1) Les conditions de l'air de dilution sont égales à celles de l'air d'admission.

2.3.1. *Facteur de correction valeur sèche/valeur humide k_w*

On calcule le facteur de correction valeur sèche/valeur humide k_w afin de convertir les mesures sèches du CO et du CO_2 en valeurs humides.

Pour les gaz d'échappement dilués:

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \%\ CO_2[sec]}{200}} \right)$$

où:

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13{,}4}{\%\ conc_{CO_2} + (ppm\ conc_{CO} + ppm\ conc_{HC}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13{,}4}{1{,}038 + (3\ 681 + 91) \times 10^{-4}} = 9{,}465$$

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \times 4{,}08 \times (1 - 1/9{,}465) + 4{,}08 \times (1/9{,}465)}{1\ 000 + 1{,}608 \times [4{,}08 \times (1 - 1/9{,}465) + 4{,}08 \times (1/9{,}465)]} = 0{,}007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{1 - 0{,}007}{1 + \frac{1{,}85 \times 1{,}038}{200}} \right) = 0{,}984$$

$$CO\ [wet] = CO\ [dry] \times k_w = 3681 \times 0{,}984 = 3623 ppm$$

▼M2

$$CO_2[wet] = CO_2[dry] \times k_w = 1{,}038 \times 0{,}984 = 1{,}0219\ \%$$

Tableau 19 — Valeurs humides du CO et du CO_2 pour les gaz d'échappement dilués en fonction des modes d'essai

Mode		1	2	3	4	5	6
DF	—	9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k_w	—	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO humide	ppm	3 623	3 417	2 510	2 340	3 057	1 802
CO_2 humide	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Pour l'air de dilution:

$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$

où le facteur k_{w1} est le même que celui déjà calculé pour les gaz d'échappement dilués.

$k_{w,d} = 1 - 0{,}007 = 0{,}993$

$$CO\ [hum] = CO\ [sec] \times k_w = 3 \times 0{,}993 = 3\ ppm$$

$$CO_2[hum] = CO_2[sec] \times k_w = 0{,}042 \times 0{,}993 = 0{,}0421\ \%\ vol.$$

Tableau 20 — Valeurs humides du CO et du CO_2 pour l'air de dilution en fonction des modes d'essai

Mode		1	2	3	4	5	6
K_{w1}	—	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
K_w	—	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO humide	ppm	3	3	3	2	2	3
CO_2 humide	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2. *Émissions de HC*

$$HC_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

où:

u = 0,000478 d'après le tableau 2

$conc_c$ = $conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$

$conc_c$ = $91 - 6 \times (1 - 1/9{,}465) = 86$ ppm

HC_{mass} = $0{,}000478 \times 86 \times 625{,}722 = 25{,}666$ g/h

Tableau 21 — Émissions de HC [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

▼M2

2.3.3. *Émissions de NO_x*

On doit calculer le facteur K_H pour la correction des émissions de NO_x comme suit:

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times 4{,}08 - 0{,}862 \times 10^{-3} \times (4{,}08)^2 = 0{,}79$$

Tableau 22 — Facteur de correction d'humidité K_H des émissions de NO_x en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
K_H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$NO_{x_{mass}} = u \times conc_c \times K_H \times G_{TOTW}$$

où:

u = 0,001587 d'après le tableau 2

$conc_c$ = $conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$

$conc_c$ = $85 - 0 \times (1 - 1/9{,}465) = 85$ ppm

NO_{xmass} = $0{,}001587 \times 85 \times 0{,}79 \times 625{,}722 = 67{,}168$ g/h

Tableau 23 — Émissions de NO_x [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811

2.3.4. *Émissions de CO*

$$CO_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

où:

u = 0,000966 d'après le tableau 2

$conc_c$ = $conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$

$conc_c$ = $3\,622 - 3 \times (1 - 1/9{,}465) = 3\,620$ ppm

CO_{mass} = $0{,}000966 \times 3\,620 \times 625{,}722 = 2188{,}001$ g/h

Tableau 24 — Émissions de CO [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435

2.3.5. *Émissions de CO_2*

$$CO_{2mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

où:

u = 15,19 d'après le tableau 2

$conc_c$ = $conc - conc_d \times (1 - 1/DF)$

▼M2

$conc_c$ = 1,0219 – 0,0421 × (1 – 1/9,465) = 0,9842 % vol

CO_{2mass} = 15,19 × 0,9842 × 625,722 = 9354,488 g/h

Tableau 25 — Émissions de CO_2 [g/h] en fonction des modes d'essai

Mode	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229

2.3.6. *Émissions spécifiques*

Les émissions spécifiques (g/kWh) sont calculées comme suit pour chaque constituant individuellement:

$$\text{Gaz considéré} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Gas_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^{n}(P_i \times WF_i)}$$

Tableau 26 — Émissions [g/h] et facteurs de pondération en fonction des modes d'essai

Mode		1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	g/h	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963
NO_{xmass}	g/h	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO_{mass}	g/h	2 188,001	2 068,760	1 510,187	1 424,792	1 853,109	975,435
CO_{2mass}	g/h	9 354,488	7 295,794	5 717,531	3 973,503	2 756,113	1 430,229
Puissance P_i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Facteurs de pondération WF_I	—	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2188,001 \times 0,09 + 2068,760 \times 0,2 + 1510,187 \times 0,29 + 1424,792 \times 0,3 + 1853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9354,488 \times 0,09 + 7295,794 \times 0,2 + 5717,531 \times 0,29 + 3973,503 \times 0,3 + 2756,113 \times 0,07 + 1430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 887,53 \text{ g/kWh}$$

▼**M2**

Appendice 4

1. RESPECT DES NORMES D'ÉMISSIONS

Le présent appendice s'applique uniquement aux moteurs à allumage commandé, à partir de la phase II.

1.1. Les normes d'émissions de gaz d'échappement pour les moteurs de la phase II, fixées à l'annexe I, point 4.2, s'appliquent aux émissions des moteurs pendant leur période de durabilité des caractéristiques d'émissions (PDCE), déterminée conformément au présent appendice.

1.2. Pour tous les moteurs de la phase II, si, lorsqu'ils sont soumis aux essais de manière appropriée conformément aux procédures prévues dans la présente directive, tous les moteurs d'essai représentant une famille de moteurs ont des émissions qui, une fois corrigées par multiplication par le facteur de détérioration (DF) prévu dans le présent appendice, sont inférieures ou égales à chaque norme d'émissions de la phase II [limite d'émissions par famille (FEL) le cas échéant] pour une classe de moteurs donnée, cette famille est reconnue conforme aux normes d'émissions pour cette classe de moteurs. Si un moteur d'essai représentant une famille de moteurs présente des émissions qui, une fois corrigées par multiplication par le facteur de détérioration prévu dans le présent appendice, sont supérieures à toute norme d'émissions (FEL le cas échéant) pour une classe de moteurs donnée, cette famille est considérée comme n'étant pas conforme aux normes d'émissions pour cette classe de moteurs.

1.3. Un constructeur de moteurs en petites séries peut, à titre optionnel, adopter les facteurs de détérioration figurant dans les tableaux 1 ou 2 du présent point pour les HC + NO_x et le CO, ou calculer des facteurs de détérioration pour ces deux catégories de polluants en suivant la procédure décrite au point 1.3.1. Pour les technologies non prises en compte dans les tableaux 1 et 2 du présent point, le constructeur doit utiliser la procédure décrite au point 1.4 du présent appendice.

Tableau 1: moteurs portatifs — émissions de HC + NO_x et de CO — facteurs de détérioration préétablis pour les constructeurs de moteurs en petites séries

Classe de moteurs	Moteurs 2 temps		Moteurs 4 temps		Moteurs avec dispositif de post-traitement
	HC + NO_x	CO	HC + NO_x	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	DF à calculer à l'aide de la formule figurant au point 1.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tableau 2: moteurs non portatifs — émissions de HC + NO_x et de CO — facteurs de détérioration préétablis pour les constructeurs de moteurs en petites séries

Classe de moteurs	Moteurs à soupapes latérales		Moteurs à soupapes en tête		Moteurs avec dispositif de post-traitement
	HC + NO_x	CO	HC + NO_x	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	DF à calculer à l'aide de la formule figurant au point 1.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

▼M2

1.3.1. *Formule de calcul des facteurs de détérioration pour les moteurs avec dispositif de post-traitement:*

$$DF = \left[(NE * EDF) - (CC * F)\right] / (NE - CC)$$

où:

DF = facteur de détérioration

NE = niveaux d'émissions des moteurs neufs en amont du catalyseur (en g/kWh)

EDF = facteur de détérioration pour les moteurs sans catalyseur tel qu'il figure au tableau 1

CC = quantité convertie à l'heure zéro en g/kWh

F = 0,8 pour les HC et 0,0 pour les NO_x pour toutes les classes de moteurs

F = 0,8 pour le CO pour toutes les classes de moteurs

1.4. Les constructeurs choisissent un DF préétabli ou calculent un DF, selon le cas, pour chaque polluant réglementé, pour toutes les familles de moteurs de la phase II. Ces DF sont utilisés pour les essais de réception par type et les essais des chaînes de production.

1.4.1. Pour les moteurs qui n'utilisent pas de DF préétablis figurant dans les tableaux 1 ou 2 du présent point, les DF sont déterminés de la manière suivante:

1.4.1.1. Sur au moins un moteur d'essai représentant la configuration choisie comme étant le plus susceptible de dépasser les normes d'émissions fixées pour les HC + NO_x (ou la FEL le cas échéant), et construit pour être représentatif des moteurs produits, on applique la totalité de la procédure d'essais en matière d'émissions décrite dans la présente directive, après le nombre d'heures nécessaire pour stabiliser les émissions.

1.4.1.2. Si plusieurs moteurs sont soumis aux essais, on fait la moyenne des résultats et on l'arrondit au même nombre de décimales que celui figurant dans la norme applicable, avec un chiffre significatif supplémentaire.

1.4.1.3. On répète ces essais relatifs aux émissions après vieillissement du moteur. La procédure de vieillissement doit être conçue pour permettre au constructeur de prévoir correctement la détérioration des caractéristiques d'émissions en service attendue sur la période de durabilité du moteur, en tenant compte du type d'usure et d'autres mécanismes de détérioration escomptés dans des conditions d'utilisation typiques qui pourraient affecter les performances en matière d'émissions. Si plusieurs moteurs sont soumis aux essais, on fait la moyenne des résultats et on l'arrondit au même nombre de décimales que celui figurant dans la norme applicable, avec un chiffre significatif supplémentaire.

1.4.1.4. On divise les émissions enregistrées à la fin de la période de durabilité (émissions moyennes, le cas échéant) pour chaque polluant réglementé par les émissions stabilisées (émissions moyennes, le cas échéant) et on arrondit à deux chiffres significatifs. Le nombre résultant de cette opération est le DF, sauf s'il est inférieur à 1,00 auquel cas le DF est 1,0.

1.4.1.5. Au choix du constructeur, des points d'essais supplémentaires peuvent être programmés entre le point d'essai des émissions stabilisées et les essais pratiqués à la fin de la période de durabilité des caractéristiques d'émissions. Si des essais intermédiaires sont programmés, les points d'essais doivent être répartis régulièrement sur la PDCE (plus ou moins deux heures) et l'un de ces points d'essais doit se situer à la moitié de la PDCE totale (plus ou moins deux heures).

▼M2

Pour chaque polluant HC + NO_x et CO, on trace une ligne droite entre les points de données, en considérant que les essais initiaux ont lieu à l'heure zéro, et en appliquant la méthode des moindres carrés. Le facteur de détérioration se calcule en divisant les émissions enregistrées à la fin de la période de durabilité par les émissions enregistrées à l'heure zéro.

1.4.1.6. Les facteurs de détérioration peuvent englober d'autres familles que celles sur la base desquelles ils ont été calculés, à condition que le constructeur démontre, à la satisfaction de l'autorité nationale compétente en matière de réception et avant la réception par type, qu'on peut raisonnablement s'attendre à ce que les familles de moteurs en question aient des caractéristiques analogues de détérioration des émissions, en fonction du modèle et de la technologie utilisée.

On trouvera ci-dessous une liste non exhaustive de regroupements en fonction du modèle et de la technologie:

— moteurs deux temps classiques sans système de post-traitement,

— moteurs deux temps classiques avec catalyseur céramique du même matériau actif et de même charge, avec le même nombre d'alvéoles par cm^2,

— moteurs deux temps classiques avec catalyseur céramique du même matériau actif et de même charge, avec le même nombre d'alvéoles par cm^2,

— moteurs deux temps équipés d'un système de balayage stratifié,

— moteurs quatre temps avec catalyseur (tel que défini ci-dessus) utilisant la même technologie de soupapes et un système de lubrification identique,

— moteurs quatre temps sans catalyseur, utilisant la même technologie de soupapes et un système de lubrification identique.

2. PÉRIODES DE DURABILITÉ DES CARACTÉRISTIQUES D'ÉMISSIONS POUR LES MOTEURS DE LA PHASE II

2.1. Le constructeur déclare la catégorie de PDCE applicable à chaque famille de moteurs lors de la réception par type. Cette catégorie est celle qui se rapproche le plus de la durée de vie utile prévue pour l'équipement sur lequel le moteur doit être monté, d'après le constructeur du moteur. Le constructeur conserve les données appropriées justifiant le choix de la catégorie de PDCE pour chaque famille de moteurs. Ces données sont communiquées sur demande à l'autorité compétente en matière de réception.

2.1.1. *Pour les moteurs portatifs: le constructeur choisit une catégorie de PDCE dans le tableau 1.*

Tableau 1: catégories de PDCE pour les moteurs portatifs (en heures)

Catégorie	1	2	3
Classe SH:1	50	125	300
Classe SH:2	50	125	300
Classe SH:3	50	125	300

▼**M2**

2.1.2. *Pour les moteurs non portatifs: le constructeur choisit une catégorie de PDCE dans le tableau 2.*

Tableau 1: catégories de PDCE pour les moteurs non portatifs (en heures)

Catégorie	1	2	3
Classe SN:1	50	125	300
Classe SN:2	125	250	500
Classe SN:3	125	250	500
Classe SN:4	250	500	1 000

2.1.3. Le constructeur doit démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente en matière de réception, que la durée de vie utile déclarée est appropriée. Les données servant à étayer le choix, par le constructeur, d'une catégorie de PDCE pour une famille de moteurs donnée peuvent comprendre, sans que cette liste soit exhaustive:

— des enquêtes sur la durée de vie des équipements sur lesquels les moteurs en question sont installés,

— des évaluations techniques de moteurs vieillis par utilisation normale, afin d'établir le moment où les performances des moteurs se détériorent au point que leur utilité et/ou leur fiabilité est atteinte à un degré suffisant pour nécessiter une révision ou un remplacement,

— des déclarations de garantie et des périodes de garantie,

— des documents à caractère commercial concernant la durée de vie des moteurs,

— des rapports de pannes provenant des clients,

— des évaluations techniques de la durabilité, en heures, de technologies de moteurs spécifiques, de matériaux pour moteurs ou de modèles de moteurs.

▼B

ANNEXE ►M2 *V* ◄

▼M3
▼C1

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CARBURANT DE RÉFÉRENCE À UTILISER POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION ET LE CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

CARBURANT DE RÉFÉRENCE POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION UTILISÉS SUR DES ENGINS MOBILES NON ROUTIERS RÉCEPTIONNÉS POUR LES PHASES I ET II, ET POUR LES MOTEURS DESTINÉS À LA PROPULSION DES BATEAUX DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE.

▼B

Note: Les caractéristiques essentielles pour le fonctionnement du moteur et pour les émissions des gaz d'échappement apparaissent en caractères gras.

	Limites et unités ([2])	Méthode d'essai
Indice de cétane ([4])	minimum 45 ([7]) maximum 50	ISO 5165
Densité à 15 °C	minimum 835 kg/m^3 maximum 845 kg/m^3 ([10])	ISO 3675, ASTM D 4052
Distillation ([3]) à 95 % du volume	maximum 370 °C	ISO 3405
Viscosité à 40 °C	minimum 2,5 mm^2/s maximum 3,5 mm^2/s	ISO 3104
Teneur en soufre	minimum 0,1 % mass ([9]) maximum 0,2 % mass ([8])	ISO 8754, EN 24260
Point d'éclair	minimum 55 °C	ISO 2719
Point d'obstruction du filtre à froid	minimum — maximum + 5 °C	EN 116
Corrosion lame de cuivre	maximum 1	ISO 2160
Carbone Conradson sur le résidu (10 % DR) en poids	maximum 0,3 % mass	ISO 10370
Teneur en cendres	maximum 0,01 % mass	ASTM D 482 ([12])
Teneur en eau	maximum 0,05 % mass	ASTM D 95, D 1744
Indice de neutralisation (acide fort)	►M1 ►M2 maximum ◄ 0,20 mg KOH/g ◄	
Stabilité à l'oxydation ([5])	maximum 2,5 mg/100 ml	ASTM D 2274
Additifs ([6])		

Note 1: S'il est nécessaire de calculer le rendement thermique d'un moteur ou d'un véhicule, le pouvoir calorifique du carburant peut être obtenu par la formule suivante.

$$\text{Énergie spécifique (pouvoir calorifique)(net)MJ/kg} = (46{,}423 - 8{,}792 \cdot d^2 + 3{,}17 \cdot d) \times (1 - (x + y + s)) + 9{,}42 \cdot s - 2{,}499 \cdot x$$

où:
d est la densité mesurée à 288 K (15 *o*C)
x est la proportion d'eau, en masse (pourcentage divisé par cent)
y est la proportion de cendres, en masse (pourcentage divisé par cent)
s est la proportion de soufre, en masse (pourcentage divisé par cent).

▼B

Note 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 ASTM D 3244 «Defining a basis for petroleum produce quality disputes», et lors de la fixation d'un maximum, une différence minimale de 2 R 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 de 4 R (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 2 R, 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 ASTM D 3244 devront être appliqués.

Note 3: Les valeurs indiquées correspondent aux quantités totales évaporées (% récupéré + % pertes).

Note 4: L'intervalle indiqué pour le cétane n'est pas en accord avec le minimum de 4 R. Cependant, en cas de contestation entre le fournisseur et l'utilisateur, les termes de la norme ASTM D 3244 peuvent être appliqués, pourvu qu'un nombre suffisant de mesures soit fait pour obtenir la précision nécessaire, ceci étant préférable à une détermination unique.

Note 5: Bien que la stabilité à l'oxydation soit contrôlée, il est probable que la durée de vie du produit soit limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions d'entreposage et à la durée de vie.

Note 6: Ce carburant ne peut être fabriqué qu'à partir de distillats directs ou craqués; la désulfuration est permise. Il ne doit pas contenir d'additifs métalliques ni d'améliorants d'indice de cétane.

Note 7: Des valeurs plus faibles sont admises, auquel cas l'indice de cétane du carburant de référence utilisé doit être indiqué.

Note 8: Des valeurs plus élevées sont admises, auquel cas l'indice de cétane du carburant de référence utilisé soit être indiqué.

Note 9: Ces valeurs devront être réexaminées en permanence, en fonction des tendances du marché. ►**M1** **Aux fins de la première réception d'un moteur sans post-traitement des gaz d'échappement à la demande du demandeur, une teneur nominale en soufre de 0,05 % en masse (minimum 0,03 % en masse) est admissible, auquel cas le niveau mesuré des particules doit être corrigé à la hausse jusqu'à la valeur moyenne nominalement spécifiée pour la teneur en soufre du carburant (0,15 % en masse) selon la formule suivante:** ◄

$$PT_{adj} = PT + [SFC \times 0{,}0917 \times (NSLF - FSF)]$$

où:

PT_{adj} = valeur PT ajustée (g/kWh)
PT = valeur d'émission spécifique pondérée mesurée pour l'émission de particules (g/kWh)
SFC = consommation de carburant spécifique pondérée (g/kWh) calculée selon la formule figurant ci-dessous
NSLF = moyenne de la spécification nominale de la teneur en soufre par rapport à la masse (c'est-à-dire 0,15 %/100)
FSF = rapport de la teneur en soufre du carburant par rapport à la masse (%/100)

Équation pour le calcul de la consommation de carburant spécifique pondérée:

$$SFC = \frac{\sum_{i=1}^{n} G_{fuel,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

où:

$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

Aux fins de la conformité des évaluations de production selon le point 5.3.2 de l'annexe I, les conditions doivent être remplies avec un carburant de référence d'une teneur en soufre répondant au niveau minimal/maximal de 0,1/0,2 % mass.

Note 10: Des valeurs plus élevées sont admises jusqu'à 855 kg/m^3; il convient dans ce cas d'indiquer la densité du carburant de référence utilisé. **Aux fins de la conformité des évaluations de production selon le point 5.3.2 de l'annexe I, les conditions doivent être remplies avec un carburant de référence d'une teneur en soufre répondant au niveau minimal/maximal de 835/845 kg/m^3.**

Note 11: Toutes les propriétés du carburant et les valeurs limites devront être réexaminées en fonction des tendances du marché.

Note 12: À remplacer par EN/ISO 6245 à son entrée en vigueur.

▼M3
▼C1

CARBURANT DE RÉFÉRENCE POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION UTILISÉS SUR DES ENGINS MOBILES NON ROUTIERS RÉCEPTIONNÉS POUR LA PHASE III A

Paramètre	Unité	Limites (1)		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane (2)		52	54	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	2,5	3,5	EN-ISO 3104
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	3,0	6	IP 391
Teneur en soufre (3)	mg/kg	—	300	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	—	0,05	EN-ISO 12937
Indice de neutralisation (acidité forte)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation (4)	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205

(1) 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». Lors de la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité).
Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit viser une valeur nulle lorsque la valeur maximale stipulée est 2R et viser la valeur moyenne lorsque les limites maximale et minimale sont citées. Dans le cas où il faudrait clarifier la question de la conformité d'un carburant aux exigences des spécifications, les conditions de la norme ISO 4259 s'appliquent.

(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 litige entre le fournisseur et l'utilisateur de carburant, les termes de la norme ISO 4259 peuvent être utilisés, à condition de répéter mesures un nombre suffisant de fois pour atteindre la précision nécessaire plutôt que d'effectuer des déterminations uniques.

(3) La teneur effective en soufre du carburant utilisé pour les essais du type I est rapportée.

(4) Même si la stabilité à l'oxydation est contrôlée, il est probable que la durée de conservation soit limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions et à la durée de stockage.

▼C1

CARBURANT DE RÉFÉRENCE POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE PAR COMPRESSION UTILISÉS SUR DES ENGINS MOBILES NON ROUTIERS RÉCEPTIONNÉS POUR LES PHASES III B ET IV

Paramètre	Unité	Limites (1)		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane (2)			54	EN-ISO 5165
▼M6 Densité à 15 °C	kg/m^3	833	865	EN-ISO 3675
▼C1 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	3,0	6	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)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation (4)	Mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205
Pouvoir lubrifiant (méthode HFRR: diamètre de marque d'usure à 60 °C)	µm	—	400	CEC F-06-A-96
EMAG	interdits			

(1) 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». Lors de la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité).
Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit viser une valeur nulle lorsque la valeur maximale stipulée est 2R et viser la valeur moyenne lorsque les limites maximale et minimale sont citées. Dans le cas où il faudrait clarifier la question de la conformité d'un carburant aux exigences des spécifications, les conditions de la norme ISO 4259 s'appliquent.

(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 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 uniques.

(3) La teneur effective en soufre du carburant utilisé pour les essais du type I est rapportée.

(4) Même si la stabilité à l'oxydation est contrôlée, il est probable que la durée de conservation soit limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions et à la durée de stockage.

▼M2

ENGINS MOBILES NON ROUTIERS, CARBURANT DE RÉFÉRENCE POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ

Remarque: Le carburant pour les moteurs à deux temps est un mélange d'huile lubrifiante et de l'essence spécifiée ci-dessous. Le rapport de mélange carburant/huile doit être celui préconisé par le constructeur, comme indiqué à l'annexe IV, point 2.7.

Paramètre	Unité	Limites ([1])		Méthode d'essai	Publication
		Minimum	Maximum		
Indice d'octane recherche, RON		95,0	—	EN 25164	1 993
Indice d'octane moteur, MON		85,0	—	EN 25163	1 993
Masse volumique à 15 °C	kg/m_3	748	762	ISO 3675	1 995
Tension de vapeur Reid	kPa	56,0	60,0	EN 12	1 993
Distillation			—		
Point initial d'ébullition	°C	24	40	EN-ISO 3405	1 988
— Évaporation à 100 °C	vol. %	49,0	57,0	EN-ISO 3405	1 988
— Évaporation à 150 °C	vol. %	81,0	87,0	EN-ISO 3405	1 988
— Point final d'ébullition	°C	190	215	EN-ISO 3405	1 988
Résidus	%	—	2	EN-ISO 3405	1 988
Composition en hydrocarbures:	—				—
— Oléfines	vol. %	—	10	ASTM D 1319	1 995
— Aromatiques	vol. %	28,0	40,0	ASTM D 1319	1 995
— Benzène	vol. %	—	1,0	EN 12177	1 998
— Composés saturés	vol. %	—	complém.	ASTM D 1319	1 995
Rapport carbone/hydrogène		rapport	rapport		
Stabilité à l'oxydation ([2])	min	480	—	EN-ISO 7536	1 996
Teneur en oxygène	masse %	—	2,3	EN 1601	1 997
Gomme actuelle	mg/ml	—	0,04	EN-ISO 6246	1 997
Teneur en soufre	mg/kg	—	100	EN-ISO 14596	1 998
Corrosion lame de cuivre à 50 °C		—	1	EN-ISO 2160	1 995
Teneur en plomb	g/l	—	0,005	EN 237	1 996
Teneur en phosphore	g/l	—	0,0013	ASTM D 3231	1 994

Note 1: Les valeurs indiquées dans la spécification sont des «valeurs vraies». Pour établir leurs valeurs limites, les conditions de l'ISO 4259, «Produits pétroliers — Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» ont été appliquées. Pour fixer une valeur minimale, une différence minimale de 2R au-dessus de zéro a été prise en compte; pour fixer une valeur maximale et minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant ces déterminations, qui sont nécessaires pour des raisons statistiques, le fournisseur des carburants doit viser une valeur nulle lorsque la valeur maximale stipulée est 2R et viser la valeur moyenne lorsque les limites maximale et minimale sont citées. Dans le cas où il faudrait clarifier la question de la conformité d'un carburant aux exigences des spécifications, les conditions de l'ISO 4259 s'appliqueront.

Note 2: Le carburant peut contenir des inhibiteurs d'oxydation et des inhibiteurs de catalyse métallique normalement utilisés pour stabiliser les circuits d'essence dans les raffineries mais les ajouts d'additifs détergents/dispersants et d'huiles solvantes ne sont pas autorisés.

▼M3
▼C1

ANNEXE VI

SYSTÈMES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

1. SYSTÈMES D'ÉCHANTILLONNAGE DES GAZ ET DES PARTICULES

Figure	Description
2	Système d'analyse des gaz d'échappement bruts
3	Système d'analyse des gaz d'échappement dilués
4	Circuit partiel, débit isocinétique, réglage par l'aspirateur, échantillonnage fractionné
5	Circuit partiel, débit isocinétique, réglage par la soufflante, échantillonnage fractionné
6	Circuit partiel, mesure du CO_2 ou des NO_x, échantillonnage fractionné
7	Circuit partiel, mesure du CO_2 et équivalence en carbone, échantillonnage total
8	Circuit partiel, Venturi simple et mesure des concentrations, échantillonnage fractionné
9	Circuit partiel, Venturi double ou orifice double et mesure des concentrations, échantillonnage fractionné
10	Circuit partiel, séparation par tubes multiples et mesure des concentrations, échantillonnage fractionné
11	Circuit partiel, réglage du débit, échantillonnage total
12	Circuit partiel, réglage du débit, échantillonnage fractionné
13	Circuit principal, pompe volumétrique ou tube à Venturi à débit critique, échantillonnage fractionné
14	Système d'échantillonnage des particules
15	Système de dilution en circuit principal

1.1. **Détermination des émissions gazeuses**

Le point 1.1.1 et les figures 2 et 3 décrivent en détail les systèmes d'échantillonnage et d'analyse recommandés. Différentes configurations pouvant donner les mêmes résultats, il n'est pas nécessaire de se conformer rigoureusement aux schémas. On peut utiliser des éléments complémentaires tels qu'instruments, robinets, solénoïdes, pompes et commutateurs, pour obtenir d'autres renseignements et coordonner les fonctions des divers systèmes constituant l'ensemble. D'autres éléments non indispensables pour assurer la précision de certains systèmes peuvent être éliminés à condition que la décision soit fondée sur des jugements techniques valables.

1.1.1. *Composantes CO, CO_2, HC, NO_x des gaz d'échappement*

Le système d'analyse servant à déterminer la composante gazeuse des gaz d'échappement bruts ou dilués comprend les éléments suivants:

— un analyseur HFID pour la mesure des hydrocarbures,

— des analyseurs NDIR pour la mesure du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone,

— un détecteur HCLD ou l'équivalent pour la mesure des oxydes d'azote.

Pour les gaz d'échappement bruts (figure 2), l'échantillon pour toutes les composantes peut être prélevé au moyen d'une seule sonde ou de deux sondes proches l'une de l'autre et comportant des bifurcations internes menant aux différents analyseurs. Il faut veiller à ce qu'aucune des composantes des gaz d'échappement (notamment l'eau et l'acide sulfurique) ne se condense en un point quelconque du système d'analyse.

▼C1

Pour les gaz d'échappement dilués (figure 3), l'échantillon pour la mesure des hydrocarbures ne doit pas être prélevé avec la même sonde que celle utilisée pour les autres composantes. Il faut veiller à ce qu'aucune des composantes des gaz d'échappement (notamment l'eau et l'acide sulfurique) ne se condense en un point quelconque du système d'analyse.

Figure 2

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement bruts pour la mesure du CO, des NO_x et des HC

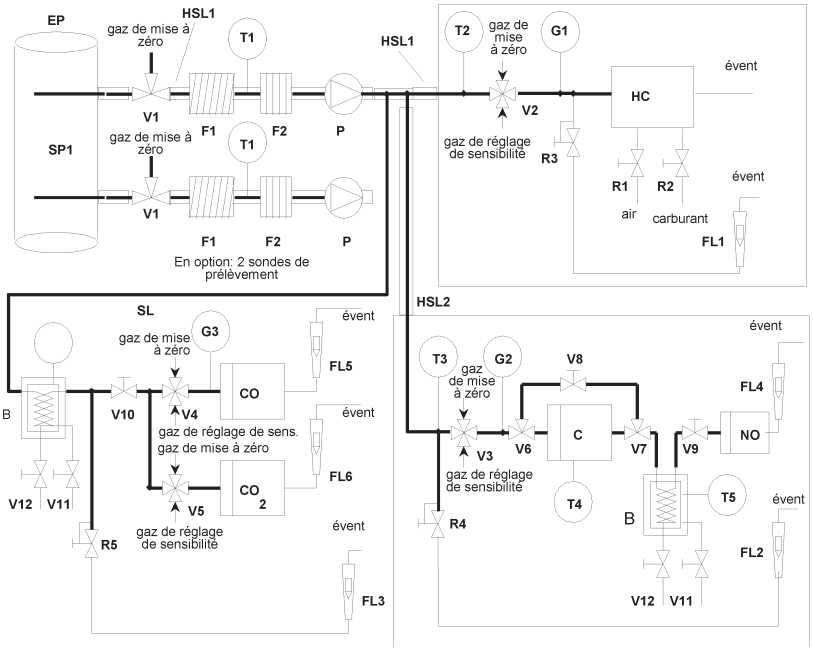
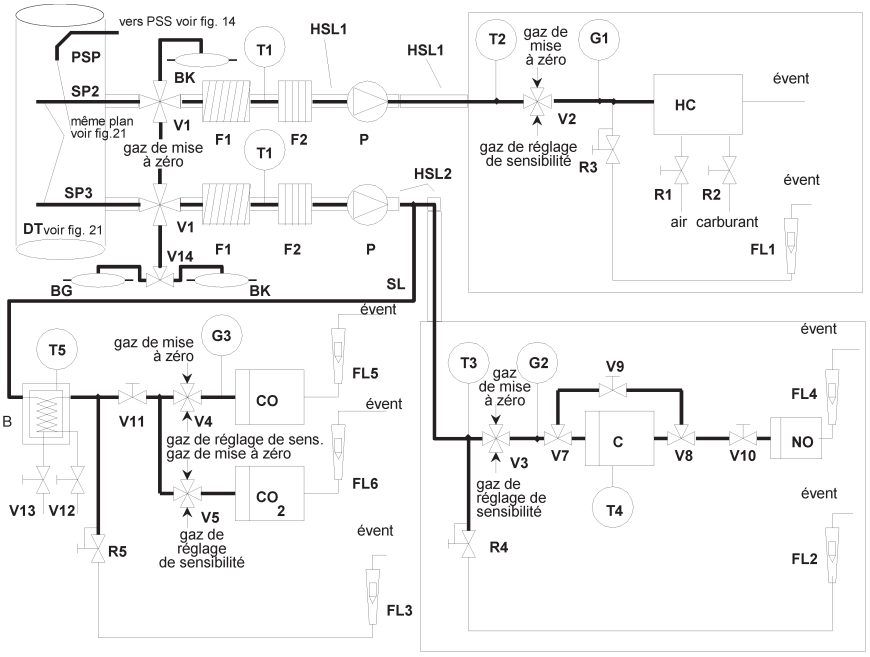


Figure 3

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement dilués pour la mesure du CO, du CO_2, des NO_x et des HC



▼C1

Description des figures 2 et 3

Indication générale

Tous les éléments situés sur le circuit de prélèvement des gaz doivent être maintenus à la température indiquée pour chacun des systèmes.

— Sonde SP1 pour les gaz d'échappement bruts (figure 2 seulement)

Il est recommandé d'utiliser une sonde statique en acier inoxydable, fermée au bout et comportant plusieurs orifices. Son diamètre intérieur ne doit pas dépasser celui de la conduite de prélèvement. L'épaisseur de la paroi de la sonde doit être au maximum de 1 mm. Elle doit comporter au minimum trois orifices dans trois plans radiaux différents, dont les dimensions permettent de prélever approximativement le même volume. La sonde doit s'étendre sur 80 % au moins du diamètre du tuyau d'échappement.

— Sonde SP2 pour l'analyse des HC dans les gaz d'échappement dilués (figure 3 seulement)

La sonde:

— sera, par définition, constituée par la première section de 254 à 762 mm de la conduite de prélèvement des hydrocarbures (HSL3),

— devra avoir un diamètre intérieur d'au moins 5 mm,

— devra être montée dans le tunnel de dilution DT (point 1.2.1.2) à un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont bien mélangés (c'est-à-dire à une distance d'environ dix fois le diamètre du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans le tunnel de dilution),

— devra être suffisamment éloignée (distance radiale) des autres sondes et de la paroi du tunnel pour ne pas subir l'influence de remous ou de tourbillons,

— devra être chauffée, afin que la température des gaz atteigne 463 K (190 °C) ± 10 K à la sortie de la sonde.

— Sonde SP3 pour l'analyse des CO, CO_2 et NO_x des gaz d'échappement dilués (figure 3 seulement)

La sonde:

— devra être dans le même plan que SP2,

— devra être suffisamment éloignée (distance radiale) des autres sondes et de la paroi du tunnel pour ne pas subir l'influence de remous ou de tourbillons,

— devra être isolée et chauffée sur toute sa longueur, à une température minimale de 328 K (55 °C) afin d'empêcher la condensation de l'eau.

— Conduite de prélèvement chauffée HSL1

Au moyen d'une seule sonde, la conduite envoie des échantillons de gaz en direction des points de bifurcation et de l'analyseur des HC.

La conduite de prélèvement devra:

— avoir un diamètre intérieur de 5 mm au minimum et de 13,5 mm au maximum,

— être en acier inoxydable ou en PTFE,

— maintenir la température de la paroi à 463 K (190 °C) ± 10 K au cas où la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde serait égale ou inférieure à 463 K (190 °C); la température est mesurée sur chacune des sections chauffées pouvant être contrôlées séparément,

▼C1

— maintenir la température de la paroi à 453 K (180 °C) ± 10 K au cas où la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde serait supérieure à 463 K (190 °C),

— maintenir la température des gaz à 463 K (190 °C) ± 10 K immédiatement en amont du filtre chauffé (F2) et du détecteur HFID.

— Conduite de prélèvement chauffée HSL2 pour NO_x

La conduite de prélèvement devra:

— maintenir la paroi à une température comprise entre 328 et 473 K (55 à 200 °C) jusqu'au convertisseur dans le cas où l'on utilise un refroidisseur et jusqu'à l'analyseur dans le cas contraire,

— être en acier inoxydable ou en PTFE.

Comme la conduite de prélèvement n'est chauffée que pour empêcher la condensation de l'eau et de l'acide sulfurique, sa température dépendra de la teneur du carburant en soufre.

— Conduite de prélèvement SL pour CO (CO_2)

La conduite est en acier inoxydable ou en PTFE. Elle peut être chauffée ou non.

— Sac de prélèvement pour les concentrations de fond BK (facultatif; figure 3 seulement)

Pour mesurer les concentrations de fond.

— Sac de prélèvement BG (facultatif; figure 3, CO et CO_2 seulement)

Pour mesurer les concentrations dans les échantillons.

— Préfiltre chauffé F1 (facultatif)

La température est la même que celle de la conduite HSL1.

— Filtre chauffé F2

Le filtre a pour fonction d'extraire toute particule solide de l'échantillon de gaz avant que celui-ci arrive à l'analyseur. La température est la même que celle de la conduite HSL1. Le filtre est changé selon les besoins.

— Pompe de prélèvement chauffée P

La pompe est chauffée à la température de la conduite HSL1.

— HC

Détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID) pour la détermination des hydrocarbures. La température doit être maintenue à 453-473 K (180-200 °C).

— CO, CO_2

Analyseurs NDIR pour la détermination du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone.

— NO_2

Détecteur (H)CLD pour la détermination des oxydes d'azote. Si l'on utilise un détecteur HCLD, il doit être maintenu à une température comprise entre 328 et 473 K (55 à 200 °C).

— Convertisseur C

Un convertisseur est utilisé pour la réduction catalytique de NO_2 à NO avant l'analyse par le CLD ou le HCLD.

— Bain de refroidissement B

Pour refroidir et condenser l'eau contenue dans l'échantillon de gaz d'échappement. Le bain est maintenu à une température comprise entre 273 et 277 K (0 à 4 °C) au moyen de glace ou par réfrigération. Cet instrument est facultatif si l'analyseur ne contient aucune vapeur d'eau selon la définition donnée dans l'annexe III, appendice 2, points 1.9.1 et 1.9.2.

▼C1

L'élimination de l'eau dans l'échantillon ne doit pas se faire au moyen de dessiccatifs chimiques.

— Capteurs de température T1, T2, T3

Servent à relever la température des gaz.

— Capteur de température T4

Sert à relever la température du convertisseur NO_2-NO.

— Capteur de température T5

Sert à relever la température du bain de refroidissement.

— Manomètres G1, G2, G3

Pour mesurer la pression à l'intérieur des conduites de prélèvement.

— Régulateurs de pression R1 et R2

Pour régler respectivement la pression de l'air et du carburant arrivant au HFID.

— Régulateurs de pression R3, R4, R5

Pour régler la pression dans les conduites de prélèvement et le débit en direction des analyseurs.

— Débitmètres FL1, FL2, FL3

Pour mesurer le débit de dérivation des gaz prélevés.

— Débitmètres FL4 à FL7 (facultatif)

Pour mesurer le débit dans les analyseurs.

— Robinets de sélection V1 à V6

Pour envoyer au choix dans l'analyseur l'échantillon prélevé, le gaz de réglage de sensibilité ou le gaz de mise à zéro.

— Robinets à solénoïde V7, V8

Pour contourner le convertisseur NO_2-NO.

— Robinet à pointeau V9

Pour équilibrer le débit entre le convertisseur NO_2-NO et la dérivation.

— Robinets à pointeau V10, V11

Pour régler les débits en direction des analyseurs.

— Robinets de purge V12, V13

Pour évacuer le condensat du bain B.

— Robinets de sélection V14

Pour choisir le sac BK ou le sac BG.

1.2. **Détermination des particules**

Les points 1.2.1 et 1.2.2 et les figures 4 à 15 décrivent en détail les systèmes recommandés pour la dilution et les prélèvements. Différentes configurations pouvant donner les mêmes résultats, il n'est pas nécessaire de se conformer rigoureusement aux schémas. On peut utiliser des éléments complémentaires tels qu'instruments, robinets, solénoïdes, pompes et commutateurs, pour obtenir d'autres renseignements et coordonner les fonctions des divers systèmes constituant l'ensemble. D'autres éléments non indispensables pour assurer la précision de certains systèmes peuvent être éliminés à condition que la décision soit fondée sur des jugements techniques valables.

▼C1

1.2.1. *Système de dilution*

1.2.1.1. Système de dilution en circuit partiel (figures 4 à 12) ([1])

Le système de dilution présenté fonctionne sur le principe de la dilution d'une partie du volume des gaz d'échappement. Le fractionnement de ce volume et l'opération de dilution qui y fait suite peuvent être effectués par différents systèmes de dilution. Pour la collecte ultérieure des particules, on peut faire passer à travers le système de prélèvement des particules (point 1.2.2, figure 14) soit le volume total des gaz d'échappement dilués, soit une fraction seulement de celui-ci. La première méthode s'appelle un système d'échantillonnage total, la seconde, un système d'échantillonnage fractionné.

Le calcul du taux de dilution dépend du système utilisé.

Les différents systèmes recommandés sont les suivants:

— systèmes isocinétiques (figures 4 et 5)

Avec ces systèmes, le flux des gaz arrivant au tube de transfert doit avoir une vitesse et/ou une pression égales à celles de la masse totale des gaz d'échappement, ce qui exige un flux non perturbé et uniforme au niveau de la sonde. On y parvient généralement en utilisant un résonateur et un tube d'amenée rectiligne en amont du point de prélèvement. Le coefficient de fractionnement se calcule ensuite à partir de valeurs aisément mesurables comme les diamètres des tubes. On notera que la méthode isocinétique n'est utilisée que pour égaliser les caractéristiques du débit et non pour égaliser la distribution des dimensions. En règle générale, cette dernière égalisation n'est pas nécessaire puisque les particules sont suffisamment fines pour suivre la ligne de courant des fluides.

— systèmes avec réglage des débits et mesure des concentrations (figures 6 à 10)

Avec ces systèmes, on prélève un échantillon de la masse totale des gaz en réglant le débit de l'air de dilution et le débit total des gaz dilués. Le taux de dilution est déterminé d'après les concentrations de gaz marqueurs, tels que CO_2 et NO_x, qui sont naturellement présents dans les gaz d'échappement des moteurs. On mesure les concentrations dans les gaz dilués et dans l'air de dilution, tandis que la concentration dans les gaz bruts peut soit être mesurée directement, soit déterminée à partir du débit du carburant et de l'équation de l'équivalence en carbone, à condition que l'on connaisse la composition du carburant. Les systèmes peuvent être réglés d'après le taux de dilution calculé (figures 6 et 7) ou d'après le débit vers le tube de transfert (figures 8, 9 et 10).

— systèmes avec réglage et mesure du débit (figures 11 et 12)

Avec ces systèmes, on prélève un échantillon de la masse totale des gaz en réglant le débit de l'air de dilution et le débit total des gaz dilués. Le taux de dilution est déterminé d'après la différence entre les deux débits. Cette méthode exige un étalonnage précis des débitmètres l'un par rapport à l'autre, l'importance relative des deux débits pouvant entraîner des erreurs considérables lorsque les taux de dilution sont élevés. Le réglage des débits s'effectue très facilement en maintenant à un niveau constant le débit des gaz d'échappement dilués et en faisant varier, au besoin, le débit de l'air de dilution.

([1]) Les figures 4 à 12 montrent différents types de système de dilution en circuit partiel qui peuvent normalement être utilisés pour l'essai en régime stabilisé (NRSC). Toutefois, en raison de contraintes très sévères des essais en transitoires, seuls les systèmes de dilution en circuit partiel (figures 4 à 12) capables de remplir toutes les exigences mentionnées sous «Système de dilution en circuit partiel» à l'annexe III, appendice 1, point 2.4, sont acceptés pour l'essai transitoire (NRTC).

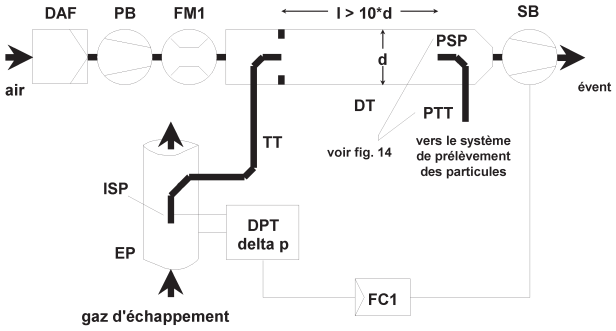
▼C1

Pour pouvoir tirer parti des systèmes de dilution en circuit partiel, il faut éviter les problèmes que poserait la perte de particules dans le tube de transfert, veiller à obtenir un échantillon représentatif des gaz d'échappement du moteur et déterminer le coefficient de fractionnement.

Les systèmes présentés ici tiennent compte de ces facteurs essentiels.

Figure 4

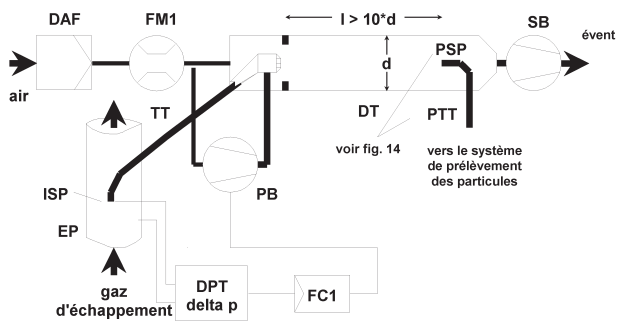
Système de dilution en circuit partiel avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (réglage par l'aspirateur)



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen du tube de transfert TT et de la sonde isocinétique ISP. La différence de pression des gaz entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur DPT. Le signal est transmis au régulateur de débit FC1 commandant l'aspirateur SB, afin de maintenir une différence de pression nulle à la pointe de la sonde. Dans ces conditions, les vitesses des gaz en EP et ISP sont identiques et le débit à travers ISP et TT est une fraction constante de la masse totale des gaz. Le coefficient de fractionnement est déterminé d'après la surface des sections d'EP et d'ISP. Le débit de l'air de dilution est mesuré au moyen du débitmètre FM1. Le taux de dilution est calculé d'après le débit de l'air de dilution et le coefficient de fractionnement.

Figure 5

Système de dilution en circuit partiel avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (réglage par la soufflante)

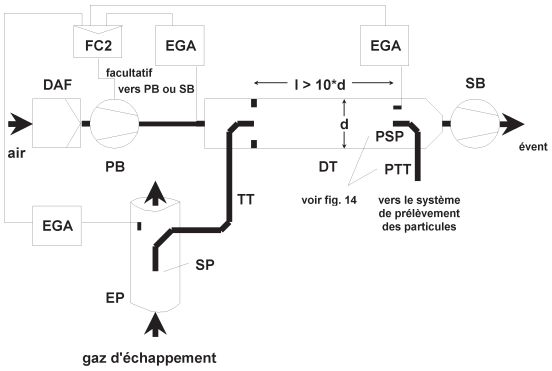


▼C1

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen du tube de transfert TT et de la sonde isocinétique ISP. La différence de pression des gaz entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur DPT. Le signal est transmis au régulateur de débit FC1 commandant la soufflante, afin de maintenir une différence de pression nulle à la pointe de la sonde. On y parvient en prélevant une petite fraction de l'air de dilution dont le débit a déjà été mesuré avec le débitmètre FM1 et en l'amenant à travers TT au moyen d'un orifice pneumatique. Dans ces conditions, les vitesses des gaz en EP et ISP sont identiques et le débit à travers ISP et TT est une fraction constante de la masse totale des gaz. Le coefficient de fractionnement est déterminé d'après la surface des sections d'EP et d'ISP. L'air de dilution est aspiré à travers DT par l'aspirateur SB et le débit est mesuré par FM1 à l'entrée de DT. Le taux de dilution est calculé d'après le débit de l'air de dilution et le coefficient de fractionnement.

Figure 6

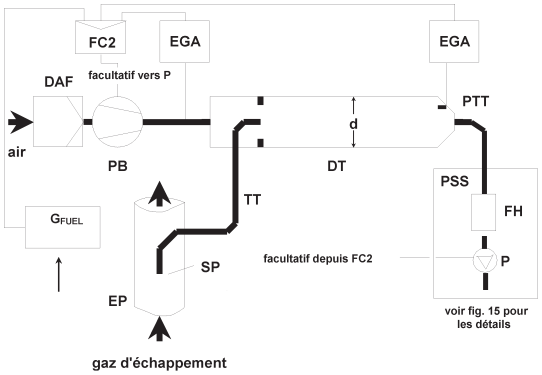
Système de dilution en circuit partiel avec mesure des concentrations de CO_2 ou des NO_x et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP et du tube de transfert TT. Les concentrations d'un gaz marqueur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz bruts et dilués, de même que dans l'air de dilution, au moyen d'un ou plusieurs analyseurs EGA. Les signaux sont transmis au régulateur de débit FC2 qui commande soit la soufflante PB, soit l'aspirateur SB, de façon à assurer dans DT le fractionnement des gaz d'échappement et le taux de dilution souhaités. Le taux de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueur dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution.

Figure 7

Système de dilution en circuit partiel avec mesure des concentrations de CO_2, équivalence en carbone et échantillonnage total

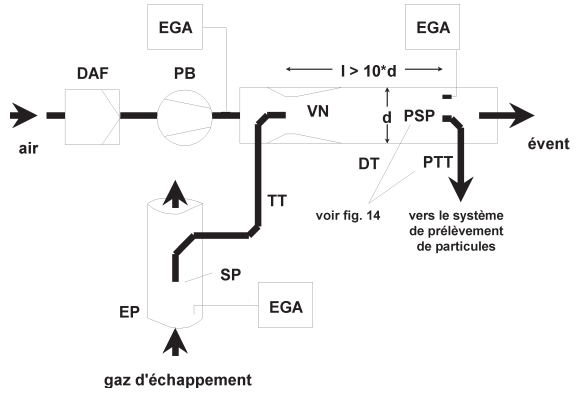


▼C1

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP et du tube de transfert TT. Les concentrations de CO_2 sont mesurées dans les gaz d'échappement dilués et dans l'air de dilution au moyen d'un ou plusieurs analyseurs EGA. Les signaux CO_2 et G_{FUEL} (débit massique du carburant) sont transmis soit au régulateur de débit FC2, soit au régulateur de débit FC3 du système de prélèvement des particules (figure 14). FC2 commande la soufflante PB et le régulateur FC3, le système de prélèvement des particules (figure 14); ils règlent ainsi les débits à l'entrée et à la sortie du système et assurent dans DT le fractionnement des gaz d'échappement et le taux de dilution souhaités. Le taux de dilution est calculé d'après les concentrations de CO_2 et d'après G_{FUEL} avec la méthode de l'équivalence en carbone.

Figure 8

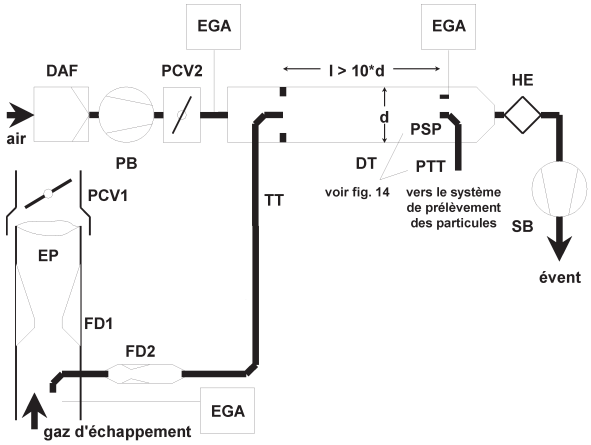
Système de dilution en circuit partiel avec venturi simple, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP et du tube de transfert TT, sous l'action de la pression négative créée par le venturi VN dans DT. Le débit des gaz à travers TT dépend de l'échange des forces dans la zone du venturi et, par conséquent, de la température absolue des gaz à la sortie de TT. Il s'ensuit que le fractionnement des gaz d'échappement pour un débit donné dans le tunnel ne peut être constant et que le taux de dilution à faible charge est légèrement inférieur à ce qu'il est avec une charge plus lourde. Les concentrations de gaz marqueur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz bruts, les gaz dilués et l'air de dilution, au moyen d'un ou plusieurs analyseurs EGA. Le taux de dilution est calculé d'après les valeurs ainsi obtenues.

Figure 9

Système de dilution en circuit partiel avec venturi double, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné

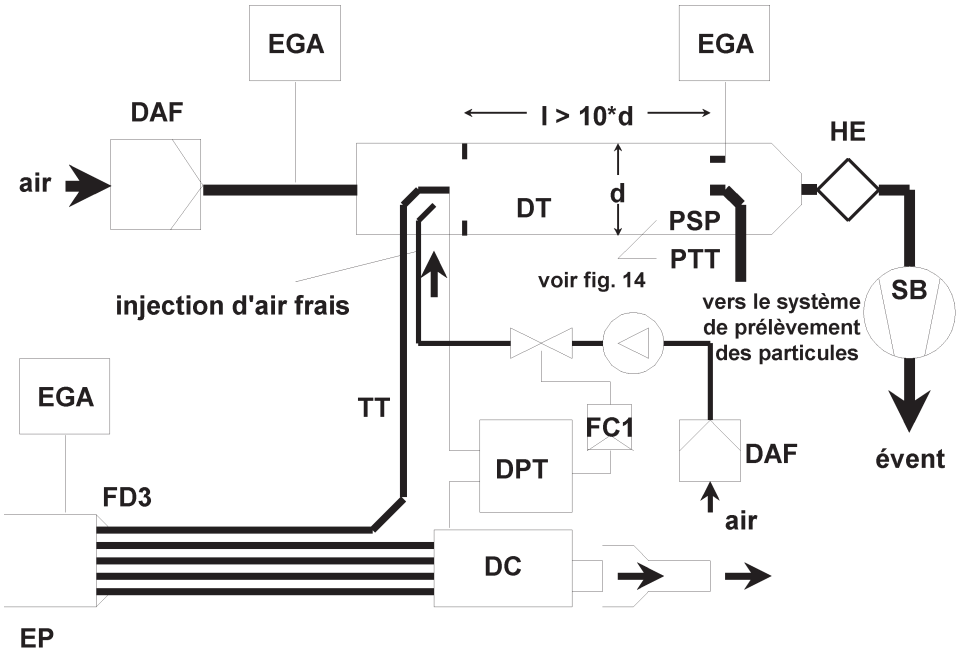


▼C1

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP, du tube de transfert TT et de séparateurs comprenant un ensemble d'orifices ou de tubes venturi. Le premier (FDI) est situé en EP, le deuxième (FD2) est situé en TT. Il faut aussi deux papillons de réglage de la pression (PCV1 et PCV2) pour maintenir un fractionnement constant des gaz par réglage de la contre-pression en EP et de la pression en DT. PCV1 est situé en aval de SP en EP, PCV2 entre la soufflante PB et le tunnel DT. Les concentrations de gaz marqueur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz bruts, les gaz dilués et l'air de dilution, au moyen d'un ou plusieurs analyseurs EGA. Ceux-ci sont nécessaires pour vérifier la séparation des gaz et peuvent servir à régler PCV1 et PCV2 pour obtenir une séparation rigoureuse. Le taux de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueur.

Figure 10

Système de dilution en circuit partiel avec séparation par tubes multiples, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné

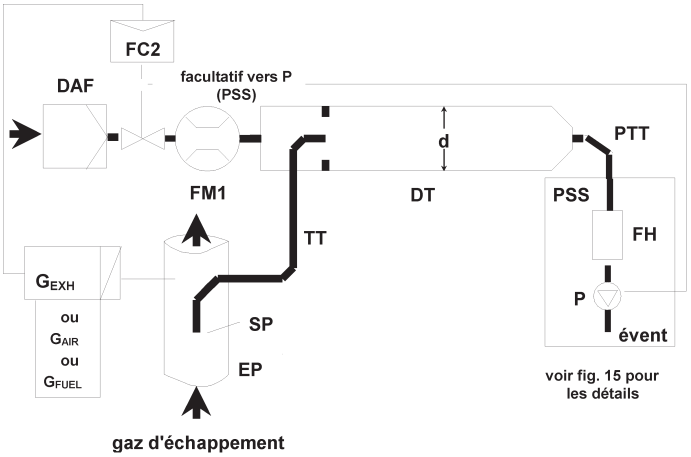


Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen du tube de transfert TT et du séparateur FD3, composé de plusieurs tubes de mêmes dimensions (mêmes diamètre, longueur et rayon de courbure) qui sont montés dans EP. Les gaz passant par un de ces tubes arrivent en DT et les gaz passant par les autres arrivent dans l'humidificateur DC. La séparation des gaz est donc déterminée par le nombre total de tubes. Un réglage constant de la séparation exige une différence de pression nulle entre DC et la sortie de TT, qui est mesurée au moyen du transducteur à pression différentielle DPT. Les concentrations de gaz marqueur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz bruts, les gaz dilués et l'air de dilution, au moyen d'un ou plusieurs analyseurs EGA. Ces derniers servent à contrôler la séparation mais aussi à régler le débit d'injection d'air pour obtenir la séparation précise souhaitée. Le taux de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueur.

▼C1

Figure 11

Système de dilution en circuit partiel avec réglage du débit et échantillonnage total

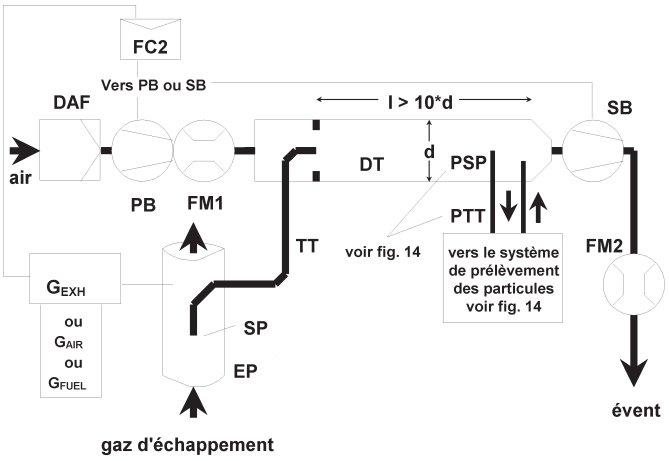


Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP et du tube de transfert TT. Le débit total à travers le tunnel est réglé par le régulateur de débit FC3 et la pompe de prélèvement du système d'échantillonnage des particules (figure 16).

Le volume de l'air de dilution est réglé par le régulateur de débit FC2, qui peut utiliser comme signaux de commande G_{EXH}, G_{AIR} ou G_{FUEL} pour donner la séparation des gaz souhaitée. Le volume prélevé arrivant à DT est la différence entre le volume total et le volume d'air de dilution. Le débit de l'air de dilution est mesuré au moyen du débitmètre FM1 et le débit total, au moyen du débitmètre FM3 du système d'échantillonnage des particules (figure 14). Le taux de dilution est calculé d'après ces deux débits.

Figure 12

Système de dilution en circuit partiel avec réglage du débit et échantillonnage fractionné



▼C1

Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP au tunnel de dilution DT au moyen de la sonde SP et du tube de transfert TT. La séparation des gaz et le volume arrivant dans DT sont réglés au moyen du dispositif FC2 qui ajuste, selon le cas, le débit (ou le régime) de la soufflante PB et de l'aspirateur SB, opération possible puisque l'échantillon prélevé avec le système de prélèvement des particules est renvoyé à DT. On peut se servir de G_{EXH}, G_{AIR} ou G_{FUEL} comme signaux de commande pour FC2. Le débit de l'air de dilution est mesuré au moyen du débitmètre FM1 et le débit total, au moyen du débitmètre FM2. Le taux de dilution est calculé d'après ces deux débits.

Description des figures 4 à 12

— Tuyau d'échappement EP

Le tuyau d'échappement peut être isolé. Pour réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, il est recommandé d'avoir un rapport épaisseur/diamètre de 0,015 ou moins. L'utilisation de sections flexibles doit se limiter à un rapport longueur/diamètre de 12 ou moins. Les coudes seront réduits à un minimum afin d'éviter les dépôts par inertie. Si le système comprend un silencieux d'essai, celui-ci peut aussi être isolé.

Avec un système isocinétique, le tuyau d'échappement ne présentera aucun coude, courbure ou variation subite du diamètre sur une longueur au moins égale, depuis la pointe de la sonde, à six fois le diamètre du tuyau en amont et à trois fois le diamètre en aval. La vitesse des gaz d'échappement dans la zone de prélèvement doit être supérieure à 10 m/s sauf en mode ralenti. Les variations de pression des gaz ne doivent pas dépasser ± 500 Pa en moyenne. Une intervention quelconque destinée à réduire les variations de pression, en dehors du recours à un système d'échappement en forme de châssis (y compris le pot d'échappement et un dispositif de post-traitement) ne doit pas modifier le régime du moteur ni entraîner le dépôt de particules.

Avec les systèmes sans sonde isocinétique, il est recommandé d'utiliser un tuyau rectiligne d'une longueur égale, depuis la pointe de la sonde, à six fois le diamètre du tuyau en amont et à trois fois le diamètre en aval.

— Sonde de prélèvement SP (figures 6 à 12)

Le diamètre intérieur minimal est de 4 mm. Le rapport minimal entre le diamètre du tuyau d'échappement et celui de la sonde est de 4. La sonde est constituée d'un tube ouvert orienté en amont et situé sur l'axe médian du tuyau d'échappement, ou comprend des orifices multiples dont la description est donnée sous SP1 au point 1.1.1.

— Sonde de prélèvement isocinétique ISP (figures 4 et 5)

La sonde de prélèvement isocinétique est dirigée en amont sur l'axe médian du tuyau d'échappement au point où les conditions de débit de la section EP sont satisfaites; elle est conçue de manière à fournir un prélèvement proportionnel des gaz d'échappement bruts. Le diamètre intérieur doit être d'au moins 12 mm.

▼C1

Il faudra prévoir un système de contrôle pour la séparation isocinétique des gaz d'échappement, qui sera assurée par le maintien d'une différence de pression nulle entre EP et ISP. Dans ces conditions, les vitesses des gaz en EP et ISP sont identiques et le débit massique à travers ISP et TT est une fraction constante de la masse totale des gaz. L'ISP doit être reliée à un transducteur à pression différentielle. La pression différentielle nulle entre EP et ISP s'obtient par variation de la vitesse de la soufflante ou avec un régulateur de débit.

— Séparateurs de flux FD1 et FD2 (figure 9)

Une série de tubes venturi ou d'orifices est prévue sur le tuyau d'échappement EP ou sur le tube de transfert TT respectivement, afin de fournir un prélèvement proportionnel des gaz d'échappement bruts. Un système de réglage de la pression comprenant deux papillons de réglage PCV1 et PCV2 est utilisé pour la séparation proportionnelle, qui est obtenue par réglage des pressions en EP et en DT.

— Séparateur FD3 (figure 10)

Un ensemble de tubes (unité à tubes multiples) est monté sur le tuyau d'échappement EP afin de fournir un prélèvement proportionnel des gaz d'échappement bruts. Un des tubes amène les gaz d'échappement au tunnel de dilution DT, tandis que les autres aboutissent à l'humidificateur DC. Les tubes doivent avoir les mêmes dimensions (mêmes diamètre, longueur et rayon de courbure), de sorte que la séparation dépend du nombre total de tubes. Il faut prévoir un système de réglage pour obtenir une séparation proportionnelle par maintien d'une différence de pression nulle entre l'arrivée de l'unité à tubes multiples en DC et à la sortie de TT. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement en EP et FD3 sont proportionnelles et le débit en TT est une fraction constante du volume total des gaz. Les deux points doivent être reliés à un transducteur à pression différentielle DPT. La différence de pression nulle s'obtient au moyen du régulateur de débit FC1.

— Analyseur des gaz d'échappement EGA (figures 6 à 10)

On peut utiliser des analyseurs de CO_2 ou de NO_x (mais uniquement avec la méthode de l'équivalence en carbone pour l'analyseur de CO_2). Les analyseurs doivent être étalonnés comme ceux qui sont utilisés pour la mesure des émissions gazeuses. On peut se servir d'un ou de plusieurs analyseurs pour déterminer les différences de concentration.

La précision des systèmes de mesure doit être telle que la précision de $G_{EDFW,\ i}$ ou de $V_{EDFW,\ i}$ se situe dans une marge de ± 4 %.

— Tube de transfert TT (figures 4 à 12)

Le tube de transfert pour le prélèvement des particules doit:

— être aussi court que possible, mais d'une longueur maximale de 5 m,

— avoir un diamètre égal ou supérieur à celui de la sonde, mais n'excédant pas 25 mm,

— avoir un point de sortie sur l'axe médian du tunnel de dilution et être orienté vers l'aval.

Si le tube a un mètre de long ou moins, il doit être isolé avec un matériau d'une conductivité thermique maximale de 0,05 W/m × K, l'épaisseur radiale de l'isolation devant correspondre au diamètre de la sonde. Si le tube a plus d'un mètre de long, il doit être isolé et chauffé jusqu'à une température d'au moins 523 K (250 °C) au niveau de la paroi.

Une autre méthode consiste à déterminer les températures requises de la paroi du tube au moyen des calculs classiques de transfert de chaleur.

▼C1

— Transducteur à pression différentielle DPT (figures 4, 5 et 10)

Le transducteur à pression différentielle doit fonctionner dans une plage maximale de ± 500 Pa.

— Régulateur de débit FC1 (figures 4, 5 et 10)

Avec les systèmes isocinétiques (figures 4 et 5) il faut un régulateur de débit pour maintenir une différence de pression nulle entre EP et ISP. On peut maintenir celle-ci:

a) en réglant la vitesse ou le débit de l'aspirateur (SB) et en maintenant constante la vitesse de la soufflante (PB) dans chacun des modes (figure 4), ou

b) en ajustant l'aspirateur (SB) de façon à obtenir un débit massique constant des gaz dilués et en réglant le débit de la soufflante (PB) et, du même coup, le débit de l'échantillon à l'extrémité du tube de transfert (TT) (figure 5).

Si on utilise un système de régulation de la pression, l'erreur restante dans le circuit de contrôle ne doit pas dépasser ± 3 Pa. Les variations de la pression dans le tunnel de dilution ne doivent pas dépasser ± 250 Pa en moyenne.

Avec un système multitube (figure 10), il faut un régulateur de débit pour obtenir une séparation proportionnelle des gaz et une différence de pression nulle entre la sortie de l'unité multitube et la sortie de TT. On peut effectuer le réglage en ajustant le débit d'injection d'air en DT à la sortie de TT.

— Papillons de réglage de la pression PCV1 et PCV2 (figure 9)

Deux robinets servant à régler la pression sont nécessaires avec le système à tube venturi double ou à orifice double devant assurer une séparation proportionnelle par réglage de la contre-pression en EP et de la pression en DT. Les robinets doivent être situés en aval de SP sur EP et entre PB et DT.

— Humidificateur DC (figure 10)

Un humidificateur doit être monté à la sortie de l'unité multitube afin de réduire au maximum les variations de pression dans le tuyau d'échappement EP.

— Tube venturi VN (figure 8)

Un tube venturi est monté dans le tunnel de dilution DT afin de créer une pression négative aux abords de la sortie du tube de transfert TT. Le débit des gaz à travers TT est déterminé par l'échange des forces dans la zone du tube venturi. En gros, il est proportionnel au débit de la soufflante PB, donnant ainsi un taux de dilution constant. L'échange des forces étant affecté par la température à la sortie de TT et par la différence de pression entre EP et DT, le taux de dilution effectif est légèrement plus faible avec une charge légère qu'avec une charge lourde.

— Régulateur de débit FC2 (figures 6, 7, 11 et 12, facultatif)

Un régulateur peut être utilisé pour régler le débit de la soufflante PB ou de l'aspirateur SB. Il peut être commandé par le signal de débit des gaz ou de débit du carburant, ou par le signal différentiel de CO_2 ou de NO_x.

Avec un système à air comprimé (figure 11), le FC2 règle directement le débit d'air.

▼C1

— Débitmètre FM1 (figures 6, 7, 11 et 12)

Appareil mesurant les gaz ou le débit de l'air de dilution. Le FM1 est facultatif si la soufflante PB est étalonnée pour mesurer le débit.

— Débitmètre FM2 (figure 12)

Appareil mesurant les gaz ou le débit des gaz d'échappement dilués. Le FM2 est facultatif si l'aspirateur SB est étalonné pour mesurer le débit.

— Soufflante PB (figures 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 12)

Pour régler le débit de l'air de dilution, on peut relier la soufflante au régulateur de débit FC1 ou FC2. La soufflante n'est pas nécessaire avec un robinet à papillon. Elle peut servir à mesurer le débit de l'air de dilution, à condition d'être étalonnée.

— Aspirateur SB (figures 4, 5, 6, 9, 10 et 12)

Utilisé uniquement avec les systèmes d'échantillonnage fractionné. L'aspirateur peut servir à mesurer le débit de l'air de dilution, à condition d'être étalonné.

— Filtre pour air de dilution DAF (figures 4 à 12)

Il est recommandé de filtrer et d'épurer au charbon de bois l'air de dilution afin d'éliminer les hydrocarbures de fond. L'air de dilution doit être à la température de 298 K (25 °C) ± 5 K.

À la demande du constructeur, l'air de dilution est analysé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les concentrations de particules de fond, qui peuvent ensuite être soustraites des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

— Sonde de prélèvement des particules PSP (figures 4, 5, 6, 8, 9, 10 et 12)

La sonde est le premier élément du tube de transfert des particules PTT et:

— doit être dirigée en amont et située à un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont parfaitement mélangés, c'est-à-dire sur l'axe médian du tunnel de dilution DT des systèmes de dilution, à une distance d'environ dix fois le diamètre du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans celui-ci,

— doit avoir un diamètre intérieur minimal de 12 mm,

— peut être chauffée à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolée.

— Tunnel de dilution DT (figures 4 à 12)

Le tunnel de dilution:

— doit avoir une longueur suffisante pour assurer un mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution dans des conditions de turbulence,

— doit être fabriqué en acier inoxydable avec:

— un rapport épaisseur/diamètre de 0,025 ou moins pour les tunnels d'un diamètre intérieur supérieur à 75 mm,

▼C1

— des parois d'une épaisseur nominale d'au moins 1,5 mm pour les tunnels ayant un diamètre intérieur égal ou inférieur à 75 mm,

— doit avoir un diamètre minimal de 75 mm pour l'échantillonnage fractionné,

— devrait, si possible, avoir un diamètre d'au moins 25 mm pour l'échantillonnage total,

— peut être porté à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolé.

Les gaz d'échappement du moteur doivent être parfaitement mélangés avec l'air de dilution. Pour les systèmes à échantillonnage fractionné, il faut vérifier la qualité du mélange après leur mise en service en établissant un profil CO_2 du tunnel, le moteur étant en marche (utiliser au moins quatre points de mesure également espacés). Si nécessaire, on peut aussi utiliser un orifice mélangeur.

Note: Si la température ambiante au voisinage du tunnel de dilution DT est inférieure à 293 K (20 °C), il faut veiller à éviter les pertes de particules sur les parois relativement froides du tunnel. Il est donc recommandé de chauffer et/ou d'isoler le tunnel dans les limites précitées.

Avec de lourdes charges, le tunnel peut être refroidi par des moyens non agressifs tels qu'un ventilateur de circulation, à condition que la température du liquide de refroidissement ne soit pas inférieure à 293 K (20 °C).

— Échangeur de chaleur HE (figures 9 et 10)

L'échangeur de chaleur doit être d'une capacité suffisante pour maintenir la température à l'entrée de l'aspirateur SB à ± 11 K de la température de fonctionnement moyenne observée pendant l'essai.

1.2.1.2. Système de dilution en circuit principal (figure 13)

Le système de dilution décrit fonctionne sur le principe de la dilution du volume total des gaz d'échappement, selon la méthode de prélèvement à volume constant (CVS). L'opération consiste à mesurer le volume total du mélange des gaz et de l'air de dilution. On peut utiliser une PDP, un CFV ou un SSV.

Pour la collecte ultérieure des particules, on fait passer un échantillon des gaz d'échappement dilués à travers le système de prélèvement des particules (point 1.2.2, figures 14 et 15). Si l'opération s'effectue directement, on l'appelle dilution simple. Si l'échantillon est dilué une deuxième fois dans un tunnel de dilution secondaire, on l'appelle dilution double. La deuxième opération est utile si la température requise à la surface du filtre ne peut être obtenue avec une seule dilution. Bien que constituant en principe un système de dilution, la méthode de dilution double est étudiée comme variante du système de prélèvement des particules au point 1.2.2, figure 15, puisque la plupart de ses composantes sont les mêmes que celle d'un système typique de prélèvement de particules.

Les émissions gazeuses peuvent aussi être déterminées dans le tunnel de dilution d'un système de dilution en circuit principal. Les sondes de prélèvement pour les composantes gazeuses sont donc représentées dans la figure 13 mais n'apparaissent pas dans la liste descriptive. Les conditions à remplir sont indiquées au point 1.1.1.

▼C1

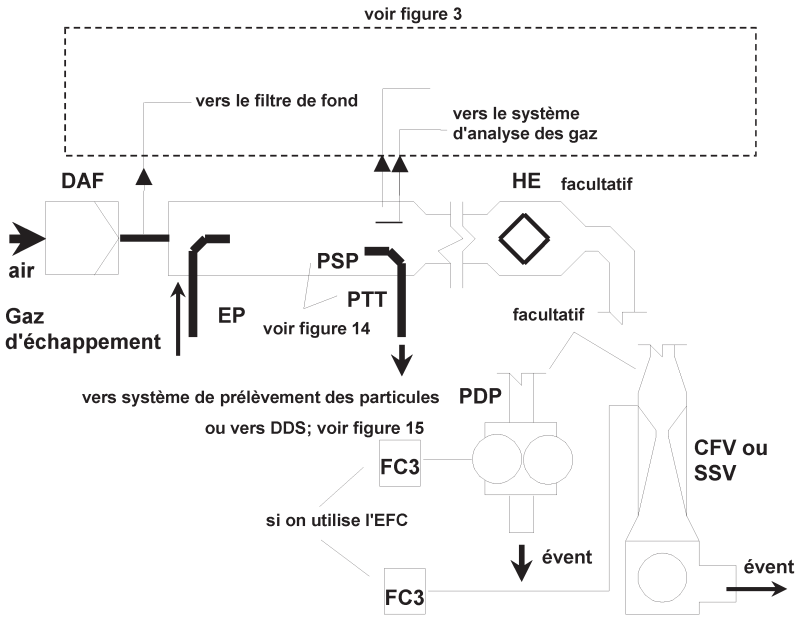
Description (figure 13)

— Tuyau d'échappement EP

La longueur du tuyau d'échappement ne doit pas dépasser dix mètres depuis la sortie du collecteur du moteur, du compresseur ou du dispositif de post-traitement jusqu'au tunnel de dilution. Si le système dépasse quatre mètres, toute la section au-delà de cette longueur doit être isolée, à l'exception, le cas échéant, d'un instrument monté en ligne pour mesurer la fumée. L'épaisseur radiale de l'isolant doit être de 25 mm au moins. La conductivité thermique du matériau isolant ne doit pas dépasser 0,1 W/mK, mesurée à 673 K (400 °C). Pour réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, il est recommandé d'avoir un rapport épaisseur/diamètre de 0,015 ou moins. L'utilisation de sections flexibles doit se limiter à un rapport longueur/diamètre de 12 ou moins.

Figure 13

Système de dilution en circuit principal



Le volume total des gaz d'échappement bruts est mélangé dans le tunnel de dilution DT avec l'air de dilution. Le débit des gaz d'échappement dilués est mesuré avec une pompe à déplacement positif PDP, avec un tube venturi à écoulement critique CFV ou avec un venturi subsonique SSV. On peut utiliser un échangeur de chaleur HE ou un dispositif de compensation électronique EFC pour l'échantillonnage proportionnel des particules ou pour déterminer le débit. La masse des particules étant déterminée d'après le volume total des gaz d'échappement dilués, il est inutile de calculer le taux de dilution.

— Pompe volumétrique PDP

Cette pompe mesure le débit total des gaz d'échappement dilués à partir du nombre de tours de la pompe et de son déplacement. La contre-pression du système d'échappement ne doit pas être artificiellement abaissée par la PDP ou le système d'admission de l'air de dilution. La pression statique mesurée avec le système CVS ne doit pas dépasser de ± 1,5 kPa la pression statique mesurée en l'absence de CVS avec un régime et une charge du moteur identiques.

La température du mélange gazeux immédiatement en amont du PDP doit être maintenue à ± 6 K de la température moyenne de fonctionnement observée au cours de l'essai, sans compensation du débit.

▼C1

La compensation du débit n'est possible que si la température à l'entrée de la PDP ne dépasse pas 323 K (50 °C).

— Tube venturi à débit critique CFV

Le CFV mesure le débit total des gaz d'échappement dilués dans des conditions de restriction (flux critique). La contre-pression statique mesurée avec le système CFV en marche doit être maintenue à ± 1,5 kPa de la pression statique mesurée en l'absence de CFV, avec un régime et une charge du moteur identiques. La température du mélange gazeux immédiatement en amont du CFV doit être maintenue à ± 11 K de la température moyenne de fonctionnement observée au cours de l'essai, sans compensation du débit.

— SSV venturi subsonique

Le SSV mesure le débit total des gaz d'échappement dilués en fonction de la pression et de la température à l'entrée ainsi que de la baisse de pression entre l'entrée et le col du SSV. La contre-pression statique mesurée avec le système SSV en marche doit être maintenue à ± 1,5 kPa de la pression statique mesurée en l'absence de SSV, avec un régime et une charge du moteur identiques. La température du mélange gazeux immédiatement en amont du SSV doit être maintenue à ± 11 K de la température moyenne de fonctionnement observée au cours de l'essai, sans compensation du débit.

— Échangeur de chaleur HE (facultatif si on utilise un système EFC)

L'échangeur de chaleur doit être d'une capacité suffisante pour maintenir la température dans les limites indiquées ci-dessus.

— Compensation électronique du débit EFC (facultatif si on utilise un HE)

Si la température à l'entrée de la PDP ou du système CFV n'est pas maintenue dans les limites précitées, il faudra utiliser un système de compensation pour obtenir une mesure permanente du débit et régler l'échantillonnage proportionnel dans le système de prélèvement des particules. À cet effet, on utilise les relevés du débit effectués en permanence pour corriger en proportion le débit de l'échantillon passant à travers les filtres à particules du système de prélèvement (figures 14 et 15).

— Tunnel de dilution DT

Le tunnel de dilution:

— doit avoir un diamètre suffisamment restreint pour provoquer des turbulences (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. On peut aussi utiliser un orifice mélangeur,

— doit avoir un diamètre d'au moins 75 mm,

— peut être isolé.

Les gaz d'échappement du moteur doivent être dirigés en aval jusqu'au point où ils pénètrent dans le tunnel de dilution, puis bien mélangés.

Avec la dilution simple, un échantillon provenant du tunnel de dilution est transféré au système de prélèvement des particules (point 1.2.2, figure 14). Le débit de la PDP ou la capacité du CFV doit être suffisant pour maintenir les gaz d'échappement dilués à une température inférieure ou égale à 325 K (52 °C) immédiatement en amont du filtre primaire.

▼C1

Avec la dilution double, un échantillon provenant du tunnel de dilution est transféré dans le tunnel de dilution secondaire où il subit une deuxième dilution avant de passer à travers les filtres de prélèvement (point 1.2.2, figure 15). Le débit de la PDP ou la capacité du CFV ou du SSV doit être suffisant pour maintenir les gaz d'échappement dilués dans le DT à une température inférieure ou égale à 464 K (191 °C) dans la zone de prélèvement. Le système de dilution secondaire doit fournir un volume suffisant d'air de dilution secondaire pour maintenir les gaz ayant subi une double dilution à une température inférieure ou égale à 325 K (52 °C) immédiatement en amont du filtre primaire.

— Filtre pour air de dilution DAF

Il est recommandé de filtrer et d'épurer au charbon de bois l'air de dilution afin d'éliminer les hydrocarbures de fond. L'air de dilution doit être à une température de 298 K (25 °C) ± 5 K. À la demande du constructeur, l'air de dilution est analysé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les concentrations de particules de fond, qui peuvent ensuite être soustraites des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

— Sonde de prélèvement des particules PSP

La sonde est le premier élément du tube de transfert des particules PTT et:

— doit être dirigée en amont et située à un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont parfaitement mélangés, c'est-à-dire sur l'axe médian du tunnel de dilution DT des systèmes de dilution, à une distance d'environ dix fois le diamètre du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans celui-ci,

— doit avoir un diamètre intérieur minimal de 12 mm,

— peut être chauffé à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolée.

1.2.2. *Système de prélèvement des particules (figures 14 et 15)*

Le système de prélèvement des particules sert à recueillir celles-ci au moyen d'un ou plusieurs filtres. Dans le cas de la dilution en circuit partiel avec échantillonnage total, qui consiste à faire passer le volume total des gaz dilués à travers les filtres, le système de dilution (point 1.2.1.1, figures 7 et 11) et le système de prélèvement constituent généralement une seule unité. Dans le cas de la dilution en circuit partiel ou en circuit principal avec échantillonnage fractionné, qui consiste à ne faire passer à travers les filtres qu'une partie des gaz d'échappement dilués, le système de dilution (point 1.2.1.1, figures 4, 5, 6, 8, 9, 10 et 12, et point 1.2.1.2, figure 13) et les systèmes de prélèvement constituent généralement des unités séparées.

Dans la présente directive, le système de dilution double DDS (figure 15) en circuit principal est considéré comme une variante du système typique de prélèvement des particules illustré dans la figure 14. Il comprend en effet tous les éléments principaux du système de prélèvement des particules, tels que les porte-filtres et la pompe d'alimentation en air de dilution et le tunnel de dilution secondaire.

▼C1

Pour éviter d'influer d'une manière quelconque sur les circuits de contrôle, il est recommandé que la pompe de prélèvement soit en marche pendant toute la durée de l'essai. Avec la méthode à filtre unique, il faut un système de dérivation pour faire passer l'échantillon à travers le filtre aux moments voulus. L'interférence de la commutation sur les circuits de contrôle doit être réduite à un minimum.

Description des figures 14 et 15

— Sonde de prélèvement des particules PSP (figures 14 et 15)

La sonde de prélèvement des particules illustrée dans les figures est le premier élément du tube de transfert des particules PTT. La sonde:

— doit être dirigée en amont et située à un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont parfaitement mélangés, c'est-à-dire sur l'axe médian du tunnel des systèmes de dilution (point 1.2.1), à une distance d'environ dix fois le diamètre du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans celui-ci,

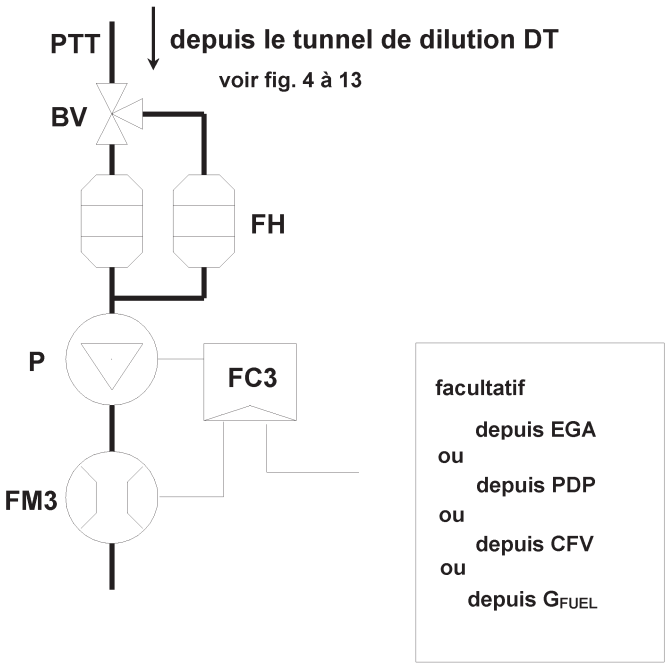
— doit avoir un diamètre intérieur minimal de 12 mm,

— peut être chauffé à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolée.

Figure 14

Système d'échantillonnage des particules

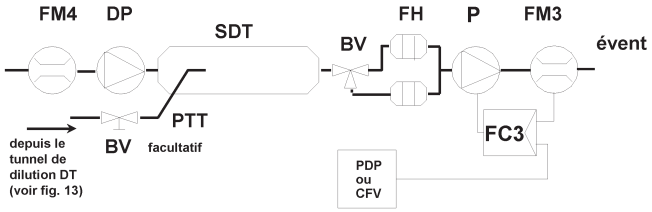


Un échantillon des gaz d'échappement dilués est prélevé dans le tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit partiel ou en circuit principal. On le fait passer ensuite à travers la sonde de prélèvement des particules PST et le tube de transfert des particules PTT au moyen de la pompe de prélèvement P. L'échantillon passe à travers les porte-filtres FH qui reçoivent les filtres de prélèvement des particules. Le débit de l'échantillon est réglé par le régulateur FC3. Si on utilise un dispositif électronique de compensation du débit EFC (figure 13), le débit des gaz d'échappement dilués sert de signal de commande pour le FC3.

▼C1

Figure 15

Système de dilution (système en circuit principal seulement)



Au moyen de la sonde de prélèvement des particules PSP et du tube de transfert des particules PTT, un échantillon des gaz d'échappement dilués est transféré depuis le tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit principal jusqu'au tunnel de dilution secondaire SDT, où l'échantillon subit une deuxième dilution. Il passe ensuite à travers des porte-filtres FH qui reçoivent les filtres de prélèvement des particules. Le débit de l'air de dilution est généralement constant tandis que le débit de l'échantillon est réglé par le régulateur de débit FC3. Si on utilise un dispositif électronique de compensation du débit EFC (figure 13), le volume total des gaz dilués sert de signal de commande pour le FC3.

— Tube de transfert des particules PTT (figures 14 et 15)

Le tube de transfert des particules doit avoir une longueur maximale de 1 020 mm et être le plus court possible.

Ces dimensions sont valables pour:

— l'échantillonnage fractionné avec dilution en circuit partiel et le système de dilution simple en circuit principal depuis la pointe de la sonde jusqu'au porte-filtre,

— l'échantillonnage total avec dilution en circuit partiel depuis la sortie du tunnel de dilution jusqu'au porte-filtre,

— le système de dilution double en circuit principal depuis la pointe de la sonde jusqu'au tunnel de dilution secondaire.

Le tube de transfert:

— peut être chauffé à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolé.

— Tunnel de dilution secondaire SDT (figure 15)

Le tunnel de dilution secondaire doit avoir un diamètre minimal de 75 mm et être suffisamment long pour permettre à l'échantillon deux fois dilué de séjourner au moins 0,25 seconde dans le tunnel. Le porte-filtre primaire FH ne doit pas être situé à plus de 300 mm de la sortie du tunnel de dilution secondaire.

Le tunnel de dilution secondaire:

— peut être chauffé à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable 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 dans le tunnel de dilution,

— peut être isolé.

▼C1

— Porte-filtre(s) FH (figures 14 et 15)

Pour les filtres primaire et secondaire, on peut se servir d'un seul boîtier à filtre ou de boîtiers séparés. Il conviendra de respecter les dispositions de l'annexe III, appendice 1, point 1.5.1.3.

Les porte-filtres:

— peuvent être chauffés à une température maximale de 325 K (52 °C) au niveau de la paroi, soit directement, soit par chauffage préalable de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C),

— peuvent être isolés.

— Pompe de prélèvement P (figures 14 et 15)

La pompe de prélèvement des particules doit être située à une distance suffisante du tunnel pour que la température des gaz à l'entrée reste constante (± 3 K), en l'absence de correction du débit au moyen du FC3.

— Pompe pour l'air de dilution DP (figure 15) (pour le système à dilution double en circuit principal seulement)

La pompe pour l'air de dilution doit être située de façon que l'air de dilution secondaire arrive à une température de 298 K (25 °C) ± 5 K.

— Régulateur de débit FC3 (figures 14 et 15)

En l'absence d'autres moyens, un régulateur de débit doit être utilisé pour compenser les variations de température et de contre-pression du débit de l'échantillon de particules. Ce régulateur est nécessaire si le dispositif électronique de compensation du débit EFC (figure 13) est utilisé.

— Débitmètre FM3 (figures 14 et 15) (débit de l'échantillon de particules)

L'appareil mesurant les gaz ou le débit doit être situé à une distance suffisante de la pompe de prélèvement pour que la température des gaz à l'entrée reste constante (± 3 K), en l'absence de correction du débit au moyen du FC3.

— Débitmètre FM4 (figure 15) (pour l'air de dilution, avec le système à dilution double en circuit principal seulement)

L'appareil mesurant les gaz ou le débit doit être situé de telle sorte que la température des gaz à l'entrée reste constante à 298 K (25 °C) ± 5 K.

— Robinet à boule BV (facultatif)

Le robinet à boule doit avoir un diamètre au moins égal au diamètre intérieur du tube d'échantillonnage et opérer la commutation en moins de 0,5 seconde.

Note: Si la température ambiante au voisinage du PSP, du PTT, du SDT et du FH est inférieure à 293 K (20 °C), il faut prendre des précautions pour éviter les pertes de particules sur les parois relativement froides de ces éléments. Il est donc recommandé de les chauffer et/ou de les isoler dans les limites indiquées par les descriptions. Il est aussi recommandé de faire en sorte que la température à la surface du filtre au cours du prélèvement ne soit pas inférieure à 293 K (20 °C).

Avec des charges élevées, les éléments ci-dessus peuvent être refroidis par un moyen non agressif, tel qu'un ventilateur de circulation, à condition que la température du liquide de refroidissement ne soit pas inférieure à 293 K (20 °C).

▼**M8**

1.a. La présente annexe s'applique comme suit:

a) pour les phases I, II, III A, III B et IV, les prescriptions du point 1 de la présente annexe VI s'appliquent;

b) si le constructeur, sur la base de l'option indiquée au point 1.2.1 de la présente annexe, choisit d'utiliser la procédure de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU, la section 9 de l'annexe 4B du règlement n° 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU s'applique.

▼B

ANNEXE ►M2 *VII* ◄

(modèle)

CERTIFICAT DE RÉCEPTION PAR TYPE

Cachet de l'administration

Communication concernant:

— délivrance/extension/refus/retrait (1) d'une réception

par type de moteur/famille de moteurs, en ce qui concerne les émissions de polluants, en application de la directive 97/68/CE modifiée en dernier lieu par la directive . . ./. . ./CE.

Réception par type n° ..... Extension n° .....

Motifs de l'extension (le cas échéant): .....

PARTIE 1

0. **Généralités**

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

0.2. Appellation du constructeur du type du moteur représentatif et (le cas échéant) des types des moteurs de la famille (1): .....

0.3. Code du type apposé par le constructeur sur les moteurs: .....

Emplacement: .....

Méthode d'apposition: .....

0.4. Spécification de l'équipement entraîné par le moteur (2): .....

.....

0.5. Nom et adresse du constructeur: .....

.....

Le cas échéant, nom et adresse de son représentant: .....

.....

0.6. Emplacement, code et méthode d'apposition du numéro d'identification du moteur: .....

.....

0.7. Emplacement et mode d'apposition de la marque de réception CE: .....

0.8. Adresse des usines de montage: .....

.....

PARTIE 2

1. Restriction à l'usage du moteur (le cas échéant): .....

1.1. Conditions particulières à respecter lors de l'installation du/des moteur(s) sur l'équipement

1.1.1. Dépression maximale admissible à l'entrée: ..... kPa

1.1.2. Contre-pression maximale admissible: ..... kPa

2. Service technique chargé des essais de réception (3): .....

.....

3. Date du procès-verbal d'essai: .....

(1) Biffer les mentions inutiles.
(2) Conformément à la définition de la partie 1 de l'annexe I de la présente directive (exemple: «A»).
(3) Indiquer «sans objet» si les essais sont effectués par l'autorité chargée de la réception elle-même.

▼B

4. Numéro du procès-verbal d'essai: .....

5. Le soussigné certifie par la présente que la description des moteurs décrits ci-dessus contenue dans la fiche de renseignements annexée est exacte et que les résultats des essais en annexe sont applicables à ce type. Les échantillons ont été sélectionnés par l'autorité compétente en matière de réception et soumis par le constructeur comme types de moteurs (représentatifs) [1].

La réception par type est accordée/étendue/refusée/retirée [1].

Lieu:.....

Date: .....

Signature:.....

Pièces jointes: Dossier réception

Résultats des essais (appendice 1)

Étude de corrélation portant sur les systèmes d'échantillonnage utilisés s'ils sont différents des systèmes de référence [2] (le cas échéant).

[1] Biffer la mention inutile.
[2] Spécifiés à l'annexe I point 4.2.

▼**M8**

Appendice 1

Rapport d'essai pour les moteurs à allumage par compression Résultats des essais (1)

Informations concernant le moteur testé

Type du moteur: .....

Numéro d'identification du moteur: .....

1. Informations relatives à l'exécution de l'essai: .....

1.1. Carburant de référence utilisé pour les essais

1.1.1. Indice de cétane: .....

1.1.2. Teneur en soufre: .....

1.1.3. Densité: .....

1.2. Lubrifiant

1.2.1. Marque(s): .....

1.2.2. Type(s): .....

(indiquer le pourcentage d'huile dans le mélange si lubrifiant et carburant sont mélangés)

1.3. Équipement entraîné par le moteur (le cas échéant)

1.3.1. Énumération et caractères distinctifs: .....

1.3.2. Puissance absorbée aux régimes indiqués du moteur (suivant les indications du constructeur):

	Puissance P_{AE} (kW) absorbée à différents régimes du moteur (1) (2) en prenant en compte l'appendice 3 de la présente annexe		
Équipement	Régime intermédiaire (le cas échéant)	Régime à la puissance maximale (si différent du régime nominal)	Régime nominal (3)
Total:			

(1) Biffer ce qui ne convient pas.
(2) Ne doit pas dépasser 10 % de la puissance mesurée lors de l'essai.
(3) Indiquer les valeurs au régime moteur correspondant à 100 % du régime normalisé si l'essai NRSC utilise ce régime.

1.4. Performances du moteur

1.4.1. Régimes du moteur

Ralenti: ..... tr/min

Intermédiaire: ..... tr/min

Puissance maximale: ..... tr/min

Régime nominal (2): ..... tr/min

(1) Dans le cas de plusieurs moteurs parents, à remplir séparément pour chacun d'eux.
(2) Indiquer le régime moteur correspondant à 100 % du régime normalisé si l'essai NRSC utilise ce régime.

▼**M8**

1.4.2. Puissance du moteur ([1])

	Réglage de la puissance (kW) à différents régimes du moteur		
Condition	Régime intermédiaire (le cas échéant)	Régime à la puissance maximale (si différent du régime nominal)	Régime nominal ([1])
Puissance maximale mesurée au régime d'essai spécifié (P_M) (kW) *(a)*			
Puissance totale absorbée par les équipements entraînés par le moteur suivant le point 1.3.2 du présent appendice, en tenant compte de l'appendice 3 (kW) *(b)*			
Puissance nette du moteur suivant le point 2.4 de l'annexe I (kW) *(c)*			
$c = a + b$			

([1]) Remplacer par les valeurs au régime moteur correspondant à 100 % du régime normalisé si l'essai NRSC utilise ce régime.

2. Informations relatives à l'exécution de l'essai NRSC:

2.1. Réglages du dynamomètre (kW)

	Réglage du dynamomètre (kW) à différents régimes du moteur				
Taux de charge	Régime intermédiaire (le cas échéant)	63 % (le cas échéant)	80 % (le cas échéant)	91 % (le cas échéant)	Régime nominal ([1])
10 (le cas échéant)					
25 (le cas échéant)					
50					
75 (le cas échéant)					
100					

([1]) Remplacer par les valeurs au régime moteur correspondant à 100 % du régime normalisé si l'essai NRSC utilise ce régime.

2.2. Résultats des émissions du moteur/moteur parent ([2])

Facteur de détérioration (FD): calculé/fixé ([2])

Spécifier les valeurs FD et les résultats des émissions dans le tableau suivant ([2]):

Essai NRSC						
FD mult/add[3]	CO	HC	NO_x	HC + NO_x	PM	
Émissions	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO_2 (g/kWh)
Résultat d'essai						
Résultat d'essai final avec FD						

([1]) Puissance non corrigée mesurée conformément aux prescriptions de l'annexe I, point 2.4.
([2]) Biffer ce qui ne convient pas.

▼**M8**

Points d'essai supplémentaires dans la plage de contrôle (le cas échéant)						
Émissions au point d'essai	Régime du moteur	Charge (%)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)
Résultat d'essai 1						
Résultat d'essai 2						
Résultat d'essai 3						

2.3. Système d'échantillonnage utilisé pour l'essai NRSC:

2.3.1. Émissions gazeuses ([1]): .....

2.3.2. PM ([1]): .....

2.3.2.1. Méthode ([2]): filtre simple/filtres multiples

3. Informations relatives à l'exécution de l'essai NRTC (le cas échéant):

3.1. Résultats des émissions du moteur/moteur parent ([2])

Facteur de détérioration (FD): calculé/fixé ([2])

Spécifier les valeurs FD et les résultats des émissions dans le tableau suivant ([2]):

Des données relatives à la régénération peuvent être déclarées pour les moteurs de la phase IV.

Essai NRTC						
FD mult/add ([2])	CO	HC	NO_x	HC + NO_x	PM	
Émissions	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	
Démarrage à froid						
Émissions	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	HC + NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)	CO_2 (g/kWh)
Démarrage à chaud sans régénération						
Démarrage à chaud avec régénération ([2])						
kr,u (mult/add) ([2]) kr,d (mult/add) ([2])						
Résultat d'essai pondéré						
Résultat d'essai final avec FD						

Travail du cycle pour démarrage à chaud sans régénération kWh

([1]) Indiquer, le cas échéant, le numéro de figure du système utilisé tel que défini à l'annexe VI, section 1, ou à la section 9 de l'annexe 4B du règlement no 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

([2]) Biffer ce qui ne convient pas.

▼**M8**

3.2. Système d'échantillonnage utilisé pour l'essai NRTC:

Émissions gazeuses ([1]): .....

PM ([1]): .....

Méthode ([2]): filtre simple/filtres multiples

([1]) Indiquer, le cas échéant, le numéro de figure du système utilisé tel que défini à l'annexe VI, section 1, ou à la section 9 de l'annexe 4B du règlement no 96, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU.

([2]) Biffer ce qui ne convient pas.

▼M2

Appendice 2

RÉSULTATS DES ESSAIS POUR LES MOTEURS À ALLUMAGE COMMANDÉ

1. INFORMATIONS CONCERNANT LA CONDUITE DU OU DES ESSAIS ([1])**:**

1.1. **Carburant de référence utilisé pour les essais**

1.1.1. Indice d'octane

1.1.2. Indiquer le pourcentage d'huile dans le mélange si lubrifiant et carburant sont mélangés, comme c'est le cas pour les moteurs à 2 temps

1.1.3. Masse volumique de l'essence pour les moteurs à 4 temps ou du mélange essence/huile pour les moteurs à 2 temps

1.2. **Lubrifiant**

1.2.1. Marque(s)

1.2.2. Type(s)

1.3. **Équipements entraînés par le moteur (le cas échéant)**

1.3.1. Énumération et caractères distinctifs

1.3.2. Puissance absorbée aux régimes indiqués du moteur (suivant les indications du constructeur)

Équipement	Puissance P_{AE} (kW) absorbée aux différents régimes du moteur (*) en prenant en compte l'appendice 3 de la présente annexe	
	Régime intermédiaire (si applicable)	Régime nominal
Total		

(*) Ne doit pas excéder 10 % de la puissance mesurée lors des essais.

1.4. **Performances du moteur**

1.4.1. Régimes du moteur

Ralenti: m^{-1}

Régime intermédiaire: m^{-1}

Régime nominal: m^{-1}

1.4.2. Puissance du moteur ([2])

Condition	Réglage de la puissance (kW) aux différents régimes du moteur	
	Régime intermédiaire (si applicable)	Régime nominal
Puissance maximale mesurée lors des essais (P_M) (kW) (a)		

([1]) Dans le cas de plusieurs moteurs pères, ces informations doivent être données pour chacun d'eux.

([2]) Puissance non corrigée mesurée conformément aux dispositions du point 2.4 de l'annexe I.

▼**M2**

Condition	Réglage de la puissance (kW) aux différents régimes du moteur	
	Régime intermédiaire (si applicable)	Régime nominal
Puissance totale absorbée par les équipements entraînés par le moteur, suivant le point 1.3.2 du présent appendice ou le point 2.8 de l'annexe III (P_{AE}) (kW) (b)		
Puissance nette du moteur suivant le point 2.4 de l'annexe I (kW) (c)		
c = a + b		

1.5. **Niveaux d'émissions**

1.5.1. Réglages du dynamomètre (kW)

Taux de charge	Réglages du dynamomètre (kW) aux différents régimes du moteur	
	Régime intermédiaire (si applicable)	Régime nominal
10 % (si applicable)		
25 % (si applicable)		
50 %		
75 %		
100 %		

1.5.2. Résultats obtenus pour les émissions sur le cycle d'essai:

CO: g/kWh

HC: g/kWh

NO_x: g/kWh

▼M2

Appendice 3

ÉQUIPEMENTS ET AUXILIAIRES À INSTALLER POUR L'ESSAI DE DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE DU MOTEUR

Numéro	Équipements et auxiliaires	À installer pour l'essai d'émissions
1	Système d'admission	
	Collecteurs d'admission	Oui, équipement de série
	Prise de recyclage des gaz de carter	Oui, équipement de série
	Dispositifs de commande pour systèmes à double collecteur d'admission	Oui, équipement de série
	Débitmètre d'air	Oui, équipement de série
	Gaines d'amenée d'air	Oui ([a])
	Filtre à air	Oui ([a])
	Silencieux d'admission	Oui ([a])
	Limiteur de vitesse	Oui ([a])
2	Dispositif de chauffage par induction du collecteur d'admission	Oui, équipement de série. À placer si possible dans les conditions les plus favorables
3	Système d'échappement	
	Épurateur d'échappement	Oui, équipement de série
	Collecteur d'échappement	Oui, équipement de série
	Tuyauterie	Oui ([b])
	Silencieux	Oui ([b])
	Tuyau d'échappement	Oui ([b])
	Ralentisseur sur échappement	Non ([c])
	Dispositif de suralimentation	Oui, équipement de série
4	Pompe d'alimentation en carburant	Oui, équipement de série ([d])
5	Équipement de carburation	
	Carburateur	Oui, équipement de série
	Système de réglage électronique, débitmètre d'air, etc.	Oui, équipement de série
	Auxiliaires pour moteurs à gaz	
	Détendeur	Oui, équipement de série
	Évaporateur	Oui, équipement de série
	Mélangeur	Oui, équipement de série

▼M2

Numéro	Équipements et auxiliaires	À installer pour l'essai d'émissions
6	Équipement d'injection de carburant (essence et diesel)	
	Préfiltre	Oui, équipement de série ou équipement du banc
	Filter	Oui, équipement de série ou équipement du banc
	Pompe	Oui, équipement de série
	Tubulure haute pression	Oui, équipement de série
	Injecteur	Oui, équipement de série
	Papillon d'air	Oui, équipement de série ([e])
	Système de réglage électronique, débitmètre d'air, etc.	Oui, équipement de série
	Régulateur/système de commande	Oui, équipement de série
	Butée automatique de pleine charge de la crémaillère en fonction des conditions atmosphériques	Oui, équipement de série
7	Équipement de refroidissement par liquide	
	Radiateur	Non
	Ventilateur	Non
	Carénage du ventilateur	Non
	Pompe à eau	Oui, équipement de série ([f])
	Thermostat	Oui, équipement de série ([g])
8	Refroidissement par air	
	Carénage	Non ([h])
	Ventilateur ou soufflante	Non ([h])
	Dispositif de réglage de la température	Non
9	Équipement électrique	
	Générateur	Oui, équipement de série ([i])
	Système distributeur d'allumage	Oui, équipement de série
	Bobine ou bobines	Oui, équipement de série
	Câblage	Oui, équipement de série
	Bougies	Oui, équipement de série
	Système de réglage électronique y compris système détecteur de cliquetis/retard à l'allumage	Oui, équipement de série

▼M2

Numéro	Équipements et auxiliaires	À installer pour l'essai d'émissions
10	Équipement de suralimentation	
	Compresseur entraîné directement par le moteur et/ou par les gaz d'échappement	Oui, équipement de série
	Refroidisseur intermédiaire	Oui, équipement de série ou équipement du banc ([j]) ([k])
	Pompe du liquide de refroidissement ou ventilateur (entraînés par le moteur)	Non ([h])
	Dispositif de réglage du débit du liquide de refroidissement	Oui, équipement de série
11	Ventilateur auxiliaire du banc d'essai	Oui, si nécessaire
12	Dispositifs antipollution	Oui, équipement de série ([l])
13	Équipement de démarrage	Équipement du banc
14	Pompe d'huile de graissage	Oui, équipement de série

([a]) Le système d'admission complet prévu pour l'application considérée doit être utilisé:
s'il risque d'avoir une influence notable sur la puissance du moteur,
dans le cas des moteurs à allumage commandé à aspiration atmosphérique,
si le constructeur le demande.
Dans les autres cas, un système équivalent peut être utilisé et il doit être vérifié que la pression d'admission ne diffère pas de plus de 100 Pa de la valeur limite supérieure fixée par le constructeur pour un filtre à air propre.

([b]) Le système d'échappement complet doit être installé comme prévu pour l'application considérée:
s'il risque d'avoir une influence notable sur la puissance du moteur,
dans le cas des moteurs à allumage commandé à aspiration atmosphérique,
si le constructeur le demande.
Dans les autres cas, un système équivalent peut être installé à condition que la pression mesurée ne s'écarte pas de plus de 1 000 Pa de la limite supérieure spécifiée par le constructeur.

([c]) S'il existe un ralentissement d'échappement incorporé au moteur, le volet du ralentisseur est fixé en position de pleine ouverture.

([d]) La pression d'alimentation en carburant peut être ajustée, si nécessaire, afin de reproduire la pression existant dans l'application considérée (en particulier quand un système à retour de carburant est utilisé).

([e]) Le volet d'admission d'air est le volet de commande du régulateur pneumatique de la pompe d'injection. Le régulateur ou le système d'injection peuvent contenir d'autres dispositifs qui peuvent influer sur la quantité de carburant injectée.

([f]) La circulation du liquide de refroidissement doit être engendrée uniquement par la pompe à eau du moteur. Le refroidissement du liquide peut se faire par un circuit extérieur, de telle manière que la perte de charge de ce circuit et la pression à l'entrée de la pompe restent sensiblement égales à celles du système de refroidissement du moteur.

([g]) Le thermostat peut être fixé dans la position de pleine ouverture.

([h]) Si la soufflante ou le ventilateur de refroidissement restent installés pour l'essai, la puissance absorbée représentée est ajoutée aux résultats, sauf dans le cas des ventilateurs de refroidissement des moteurs à refroidissement par air montés directement sur le vilebrequin. La puissance du ventilateur ou de la soufflante est déterminée aux régimes utilisés pour l'essai, soit par le calcul à partir des caractéristiques standard, soit par des essais pratiques.

([i]) Puissance minimale de la génératrice: la génératrice doit fournir la puissance électrique strictement nécessaire à l'alimentation des auxiliaires indispensables au fonctionnement du moteur. S'il est nécessaire qu'une batterie soit raccordée, on devra utiliser une batterie en bon état complètement chargée.

([j]) Les moteurs suralimentés à refroidissement intermédiaire doivent être essayés avec les dispositifs de refroidissement de la charge, qu'ils soient à air ou à liquide. Si le constructeur le préfère, une installation sur banc d'essai peut remplacer le refroidisseur à air. Dans tous les cas, la mesure de puissance à chaque régime doit être effectuée avec la chute de pression maximale et la chute de température minimale de l'air de suralimentation aspiré dans le refroidisseur sur le banc d'essai, telles que spécifiées par le constructeur.

([k]) Ils peuvent inclure, par exemple, systèmes de recyclage des gaz d'échappement, convertisseur catalytique, réacteur thermique, injection d'air secondaire et système anti-évaporation pour le carburant.

([l]) L'énergie nécessaire au système de démarrage électrique ou autre système de démarrage doit être fournie par le banc.

▼B

ANNEXE ►M2 *VIII* ◄

SYSTÈME DE NUMÉROTATION DES CERTIFICATS DE RÉCEPTION

(article 4 paragraphe 2)

1. Le numéro sera composé de cinq parties séparées par le caractère (*).

Partie 1: la lettre «e» minuscule suivie de la (des) lettre(s) caractéristique(s) ou du numéro de l'État membre qui a délivré la réception:

▼M4

1	pour l'Allemagne
2	pour la France
3	pour l'Italie
4	pour les Pays-Bas
5	pour la Suède
6	pour la Belgique
7	pour la Hongrie
8	pour la République tchèque
9	pour l'Espagne
11	pour le Royaume-Uni
12	pour l'Autriche
13	pour le Luxembourg
17	pour la Finlande
18	pour le Danemark
19	pour la Roumanie
20	pour la Pologne
21	pour le Portugal
23	pour la Grèce
24	pour l'Irlande
26	pour la Slovénie
27	pour la Slovaquie
29	pour l'Estonie
32	pour la Lettonie
34	pour la Bulgarie
36	pour la Lituanie
CY	pour Chypre
MT	pour Malte

▼B

Partie 2: le numéro de la présente directive. Étant donné que celle-ci contient des dates d'application et des normes techniques différentes, on y ajoutera deux caractères alphabétiques. Ces lettres se réfèrent aux différentes dates d'entrée en vigueur des phases et aux applications du moteur à différents types d'engins mobiles, sur la base desquelles la réception a été octroyée. Le premier caractère est défini à l'article 9. Le second est défini dans la première partie de l'annexe I et concerne le mode d'essai défini à l'annexe III point 3.6.

▼B

Partie 3: le numéro de la directive la plus récente portant modification de la directive relative à la réception. Le cas échéant, deux caractères alphabétiques supplémentaires sont ajoutés en fonction des conditions décrites dans la partie 2, même si, en raison des nouveaux paramètres, un seul des caractères devait être changé. Si aucun changement de ces caractères n'est d'application, ils sont omis.

Partie 4: un numéro séquentiel de quatre chiffres (des zéros figurant en tête, le cas échéant) dénotant le numéro de réception de base. La séquence commence à partir de 0001.

Partie 5: un numéro séquentiel de deux chiffres (des zéros figurant en tête, le cas échéant) dénotant l'extension. La séquence commencera à partir de 01 pour chaque numéro de réception de base.

2. Exemple de troisième réception (actuellement sans extension), correspondant à la date d'entrée en vigueur A (première étape, bande de puissance supérieure) et à l'application du moteur aux types d'engins mobiles A, délivrée par le Royaume-Uni:

e 11*98/…AA*00/000XX*0003*00

3. Exemple de deuxième extension de la quatrième réception, correspondant à la date d'entrée en vigueur E (deuxième étape, bande de puissance intermédiaire) pour le même type d'engins (A), délivrée par l'Allemagne:

e 1*01/…EA*00/000XX*0004*02

▼B

ANNEXE ►M2 *IX* ◄

LISTE DES RÉCEPTIONS PAR TYPE DE MOTEUR/FAMILLE DE MOTEURS DÉLIVRÉES

Cachet de l'administration

Liste n°: .....

Couvrant la période de: ..... à .....

Les informations suivantes seront indiquées pour toute réception octroyée, refusée ou retirée au cours de la période précitée:

Producteur: .....

Numéro de réception: .....

Motifs de l'extension (le cas échéant): .....

Marque: .....

Type de moteur/famille de moteurs [1]: .....

Date de délivrance: .....

Date de la première délivrance (dans le cas d'extension): .....

[1] Biffer la mention inutile.

▼B

ANNEXE ►M2 *X* ◄

LISTE DES MOTEURS PRODUITS

Cachet de l'administration

Liste n°: .....

Couvrant la période de: ..... à .....

Les informations suivantes seront indiquées pour les numéros d'identification, les types, les familles et les numéros de réception des moteurs produits au cours de la période précitée conformément aux prescriptions de la présente directive:

Producteur: .....

Marque: .....

Numéro de réception: .....

Nom de la famille de moteurs (1): .....

Type de moteur:	1:	2:	n: .....
Numéros d'identification des moteurs:	... 001	... 001	... 001
	... 002	... 002	... 002
	.	.	.
	.	.	.
	.	.	.
	..... m	..... p	..... q

Date de délivrance: .....

Date de la première délivrance (dans le cas d'addendum): .....

(1) À omettre le cas échéant; l'exemple illustre une famille de moteurs comprenant n différents types de moteurs, dont il a été produit les unités portant les numéros d'identification de:
... 001 à ..... m du type 1
... 001 à ..... p du type 2
... 001 à ..... q du type n.

▼**M8**

ANNEXE XI

FICHE TECHNIQUE DES MOTEURS RÉCEPTIONNÉS

1. **Moteurs à allumage commandé**

Tampon de l'administration

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
Numéro de réception par type					
Date de réception					
Nom du fabricant					
Type/famille de moteur					
Description du moteur	Informations générales ([1])				
	Mode de refroidissement ([1])				
	Nombre de cylindres				
	Cylindrée (cm^3)				
	Type de post-traitement ([2])				
	Régime nominal (tr/min)				
	Puissance nette nominale (kW)				
Émissions (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	PM				

([1]) Liquide ou air.
([2]) Abréger: CAT = catalyseur, PT = piège à particules, SCR = réduction catalytique sélective.

▼M8

2. **Moteurs à allumage par compression** (1) (2)

Tampon de l'administration

2.1. *Informations générales relatives au moteur*

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
Numéro de réception par type					
Date de réception					
Nom du fabricant					
Type/famille de moteur					
Description du moteur	Informations générales (1)				
	Mode de refroidissement (2)				
	Nombre de cylindres				
	Cylindrée (cm^3)				
	Type de post-traitement (3)				
	Régime nominal (tr/min)				
	Régime de puissance maximale (tr/min)				
	Puissance nette nominale (kW)				
	Puissance nette maximale (kW)				

(1) Abréger: DI = injection directe, PC = pré/chambre de turbulence, NA = moteur atmosphérique, TC = moteur suralimenté, TCA = moteur suralimenté avec refroidissement de l'air de suralimentation, EGR = recirculation des gaz d'échappement. Exemples: PC NA, DI TCA EGR.
(2) Liquid or air.
(3) Abréger: DOC = catalyseur à oxydation pour moteur diesel, PT = piège à particules, SCR = réduction catalytique sélective.

2.2. *Résultat d'émissions final*

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
Résultat d'essai NRSC final, FD compris (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

(1) Compléter toutes les rubriques qui s'appliquent au type de moteur ou à la famille de moteurs.
(2) Dans le cas d'une famille de moteurs, indiquer les caractéristiques du moteur parent.

▼**M8**

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
NRSC CO_2 (g/kWh)					
Résultat d'essai NRTC final, FD compris (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
CO_2 du cycle à chaud NRTC (g/kWh)					
Travail du cycle à chaud NRTC (kWh)					

2.3. *Facteurs de détérioration NRSC et résultats d'essais d'émissions*

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
FD mult/add ([1])	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
Résultat d'essai NRSC final, hors FD (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

([1]) Biffer ce qui ne convient pas.

2.3. *Facteurs de détérioration NRTC et résultats d'essais d'émissions*

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
FD mult/add ([1])	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
Résultat d'essai de démarrage à froid NRTC, hors FD (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

▼**M8**

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
Résultat d'essai de démarrage à chaud NRTC, hors FD (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

([1]) Biffer ce qui ne convient pas.

2.4. *Résultats d'essais d'émissions avec démarrage à chaud NRTC*

Des données relatives à la régénération peuvent être déclarées pour les moteurs de la phase IV.

Réception par type du moteur concerné		1	2	3	4
Démarrage à chaud NRTC sans régénération (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				
Démarrage à chaud NRTC avec régénération (g/kWh)	CO				
	HC				
	NO_x				
	HC + NO_x				
	PM				

▼M8

ANNEXE XII

RECONNAISSANCE D'AUTRES MODES DE RÉCEPTION PAR TYPE

1. Les réceptions par type ci-après et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont reconnues comme équivalentes à une réception au titre de la présente directive pour les moteurs des catégories A, B et C telles que définies à l'article 9, paragraphe 2:

1.1. les réceptions conformément à la directive 2000/25/CE;

1.2. les réceptions conformément à la directive 88/77/CEE, répondant aux prescriptions prévues pour la phase A ou B concernant l'article 2 et l'annexe I, point 6.2.1, de la directive 88/77/CEE ou du règlement n° 49, série 02 d'amendements, rectificatif I/2, de la CEE-ONU;

1.3. les réceptions par type conformément au règlement n° 96 de la CEE-ONU.

2. Pour les moteurs des catégories D, E, F et G (phase II) tels que définis à l'article 9, paragraphe 3, les réceptions par type décrites ci-après et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont reconnues comme équivalentes à une réception au titre de la présente directive:

2.1. les réceptions (phase II) conformément à la directive 2000/25/CE;

2.2. les réceptions conformément à la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la directive 99/96/CE, qui sont conformes à l'une des phases A, B1, B2 ou C prévues à l'article 2 et au point 6.2.1 de l'annexe I de cette directive;

2.3. les réceptions par type conformément au règlement n° 49, série 03 d'amendements, de la CEE-ONU;

2.4. les réceptions par type pour les phases D, E, F et G du règlement n° 96 de la CEE-ONU, conformément au point 5.2.1 de la série 01 d'amendements du règlement n° 96.

3. Pour les moteurs des catégories H, I, J et K (phase III A) tels que définis à l'article 9, paragraphes 3 *bis* et 3 *ter*, les réceptions par type suivantes et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont reconnues équivalentes à une réception au titre de la présente directive:

3.1. les réceptions conformément à la directive 2005/55/CE, telle que modifiée par les directives 2005/78/CE et 2006/51/CE, qui sont conformes à l'une des phases B1, B2 ou C prévues à l'article 2 et au point 6.2.1 de l'annexe I de cette directive;

3.2. les réceptions par type au titre du règlement n° 49, série 05 d'amendements, de la CEE-ONU qui correspondent aux phases B1, B2 ou C visées au paragraphe 5.2 de ce règlement;

3.3. les réceptions par type au titre du règlement n° 96 de la CEE-ONU, pour les phases H, I, J et K, conformément au paragraphe 5.2.1 du règlement n° 96, série 02 d'amendements.

4. Pour les moteurs des catégories L, M, N et P (phase III B) telles que définies à l'article 9, paragraphe 3 *quater*, les réceptions par type décrites ci-après et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont reconnues comme équivalentes à une réception au titre de la présente directive:

4.1. les réceptions par type conformément à la directive 2005/55/CE, telle que modifiée par les directives 2005/78/CE et 2006/51/CE, qui sont conformes à l'une des phases B2 ou C visées à l'article 2 et au point 6.2.1 de l'annexe I de cette directive;

4.2. les réceptions par type au titre du règlement n° 49, série 05 d'amendements, de la CEE-ONU qui correspondent aux phases B2 ou C visées au paragraphe 5.2 de ce règlement;

4.3. les réceptions par type au titre du règlement n° 96 de la CEE-ONU, pour les phases L, M, N et P, conformément au paragraphe 5.2.1 du règlement n° 96, série 03 d'amendements.

▼**M8**

5. Pour les moteurs des catégories Q et R (phase IV) telles que définies à l'article 9, paragraphe 3 *quinquies*, les réceptions par type décrites ci-après et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont reconnues comme équivalentes à une réception au titre de la présente directive:

5.1. les réceptions par type au titre du règlement (CE) n° 595/2009 et de ses mesures d'exécution, pour autant qu'il soit confirmé par un service technique que le moteur satisfait aux prescriptions de l'annexe I, point 8.5, de la présente directive;

5.2. les réceptions par type conformément au règlement n° 49, série 06 d'amendements, de la CEE-ONU, pour autant qu'il soit confirmé par un service technique que le moteur satisfait aux prescriptions de l'annexe I, point 8.5, de la présente directive.

▼M3
▼C1

ANNEXE XIII

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX MOTEURS MIS SUR LE MARCHÉ DANS LE CADRE D'UN MÉCANISME DE FLEXIBILITÉ

À la demande d'un constructeur d'équipements, et moyennant l'autorisation d'une autorité compétente en matière de réception, un constructeur de moteurs peut mettre sur le marché, durant la période située entre deux phases successives de valeurs limites, un nombre limité de moteurs qui sont conformes seulement aux valeurs limites d'émission de la phase précédente, conformément aux dispositions suivantes.

▼M7

1. DÉMARCHES DU FEO

1.1. Sauf au cours de la phase III B, un FEO qui souhaite faire usage du mécanisme de flexibilité demande, sauf pour les moteurs destinés à la propulsion d'autorails et de locomotives, l'autorisation d'une autorité compétente en matière de réception, pour que ses constructeurs de moteurs mettent sur le marché des moteurs destinés à l'usage exclusif du FEO. Le nombre de moteurs qui ne sont pas conformes aux valeurs limites d'émission du moment, mais à celles de la phase antérieure la plus récente, n'excède pas les plafonds fixés aux points 1.1.1 et 1.1.2.

1.1.1. Le nombre de moteurs mis sur le marché dans le cadre du mécanisme de flexibilité ne dépasse pas, dans chaque catégorie de moteurs, 20 % du nombre annuel d'équipements comportant des moteurs de la catégorie en question mis sur le marché par le FEO (défini comme étant la moyenne des cinq dernières années de ventes sur le marché de l'Union). Si un FEO met des équipements sur le marché de l'Union depuis moins de cinq ans, la moyenne est calculée sur la base de la période au cours de laquelle le FEO a mis des équipements sur le marché de l'Union.

1.1.2. À titre de variante optionnelle du point 1.1.1 et sauf pour les moteurs destinés à la propulsion d'autorails et de locomotives, le FEO peut demander que ses constructeurs de moteurs soient autorisés à mettre sur le marché un nombre fixe de moteurs destinés à l'usage exclusif du FEO. Le nombre de moteurs de chaque catégorie ne peut dépasser les plafonds suivants:

Catégorie de moteur P (kW)	Nombre de moteurs
$19 \leq P < 37$	200
$37 \leq P < 75$	150
$75 \leq P < 130$	100
$130 \leq P \leq 560$	50

1.2. Au cours de la phase III B, mais durant une période inférieure ou égale à trois ans à compter du début de cette phase, et sauf pour les moteurs destinés à la propulsion d'autorails et de locomotives, un FEO qui souhaite faire usage du mécanisme de flexibilité demande l'autorisation d'une autorité compétente en matière de réception, pour que ses constructeurs de moteurs mettent sur le marché des moteurs destinés à l'usage exclusif du FEO. La quantité de moteurs qui ne sont pas conformes aux valeurs limites d'émission du moment, mais à celles de la phase antérieure la plus récente, n'excède pas les plafonds fixés aux points 1.2.1 et 1.2.2.

1.2.1. Le nombre de moteurs mis sur le marché dans le cadre du mécanisme de flexibilité ne dépasse pas, dans chaque catégorie de moteurs, 37,5 % du nombre annuel d'équipements comportant des moteurs de la catégorie en question mis sur le marché par le FEO (défini comme étant la moyenne des cinq dernières années de ventes sur le marché de l'Union). Si un FEO met des équipements sur le marché de l'Union depuis moins de cinq ans, la moyenne est calculée sur la base de la période au cours de laquelle le FEO a mis des équipements sur le marché de l'Union.

▼M7

1.2.2. À titre de variante optionnelle du point 1.2.1, le FEO peut demander que ses constructeurs de moteurs soient autorisés à mettre sur le marché un nombre fixe de moteurs destinés à l'usage exclusif du FEO. Le nombre de moteurs de chaque catégorie ne peut dépasser les plafonds suivants:

Catégorie de moteur P (kW)	Nombre de moteurs
$37 \leq P < 56$	200
$56 \leq P < 75$	175
$75 \leq P < 130$	250
$130 \leq P \leq 560$	125

1.3. En ce qui concerne les moteurs destinés à la propulsion de locomotives, au cours de la phase III B, mais durant une période inférieure ou égale à trois ans à compter du début de cette phase, un FEO peut demander que ses constructeurs de moteurs soient autorisés à mettre sur le marché un nombre maximal de seize moteurs destinés à l'usage exclusif du FEO. Le FEO peut également demander que ses constructeurs de moteurs soient autorisés à mettre sur le marché un maximum de dix moteurs supplémentaires d'une puissance nominale supérieure à 1 800 kW pour être installés sur des locomotives destinées à être utilisées exclusivement sur le réseau du Royaume-Uni. Pour qu'elle soit considérée comme satisfaisant à cette exigence, une locomotive doit détenir, ou être en mesure d'obtenir, un certificat de sécurité pour l'exploitation sur le réseau du Royaume-Uni.

Une telle autorisation n'est accordée que lorsqu'il y a des raisons techniques de ne pas pouvoir se conformer aux valeurs limites de la phase III B.

1.4. Le FEO inclut les informations suivantes dans la demande qu'il adresse à une autorité compétente en matière de réception:

a) un échantillon des étiquettes à apposer sur chaque engin mobile non routier dans lequel sera installé un moteur mis sur le marché dans le cadre du mécanisme de flexibilité. Les étiquettes comportent le texte suivant: «MACHINE N° … (numéro séquentiel) SUR … (nombre total de machines dans la gamme de puissance respective) AVEC MOTEUR N° … CONFORME À LA RÉCEPTION PAR TYPE (directive 97/68/CE) N° …»;

b) un échantillon de l'étiquette supplémentaire à apposer sur le moteur et portant le texte visé au point 2.2.

1.5. Le FEO met à la disposition de l'autorité compétente en matière de réception toutes les informations relatives à la mise en œuvre du mécanisme de flexibilité que cette autorité souhaite obtenir afin de prendre une décision.

1.6. Le FEO met à la disposition de toute autorité compétente en matière de réception dans les États membres qui en fait la demande toutes les informations dont cette autorité a besoin pour confirmer qu'un moteur étiqueté comme étant mis sur le marché dans le cadre du mécanisme de flexibilité, ou dont il est affirmé qu'il l'est, est convenablement étiqueté, ou que cette affirmation est correcte.

▼C1

2. DÉMARCHES DU CONSTRUCTEUR DE MOTEURS

2.1. Un constructeur de moteurs peut mettre sur le marché des moteurs dans le cadre d'un mécanisme de flexibilité approuvé conformément au point 1 de la présente annexe.

2.2. Le constructeur de moteurs appose sur ces moteurs une étiquette portant le texte suivant: «Moteur mis sur le marché dans le cadre du mécanisme de flexibilité».

3. DÉMARCHES DE L'AUTORITÉ COMPÉTENTE EN MATIÈRE DE RÉCEPTION

3.1. L'autorité compétente en matière de réception évalue le contenu de la demande de recours au mécanisme de flexibilité et les documents joints. Elle informe en conséquence le constructeur d'équipements de sa décision d'autoriser ou non le recours au mécanisme de flexibilité.

▼M3
▼C1

ANNEXE XIV

CCNR phase I [1]

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/k/Wh)	PT (g/kWh)
$37 \leq P_N < 75$	6,5	1,3	9,2	0,85
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,3	9,2	0,70
$P \geq 130$	5,0	1,3	$n \geq 2800$ tr/min = 9.2 $500 \leq n < 2800$ tr/min = $45 \times n^{(-0.2)}$	0,54

[1] Protocole 19 CCNR, Résolution de la Commission centrale pour la navigation du Rhin du 11 mai 2000.

▼M3
▼C1

ANNEXE XV

CCNR phase II [1]

P_N (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PT (g/kWh)
$18 \leq P_N < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8
$37 \leq P_N < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$75 \leq P_N < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$130 \leq P_N < 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$P_N \geq 560$	3,5	1,0	$n \geq 3150$ min^{-1} = 6,0 $343 \leq n < 3150$ min^{-1}= $45 \, n^{(-0,2)}$ – 3 $n < 343$ min^{-1}= 11,0	0,2

[1] Protocole 19 CCNR, Résolution de la Commission centrale pour la navigation du Rhin du 31 mai 2001.