I

(Actes dont la publication est une condition de leur applicabilité)

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

LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE,

vu le traité instituant la Communauté européenne, et notamment son article 100 A,

vu la proposition de la Commission [1],

vu l'avis du Comité économique et social [2],

statuant conformément à la procédure visée à l'article 189 B du traité [3], au vu du projet commun approuvé le 11 novembre 1997 par le comité de conciliation,

(1) considérant que le programme communautaire de politique et d'action en matière d'environnement et de développement durable [4] reconnaît pour principe fondamental que toutes les personnes doivent être efficacement protégées contre les risques reconnus que comporte la pollution atmosphérique pour la santé et que, à cet effet, il est nécessaire en particulier de contrôler les émissions de dioxyde d'azote (NO_2), de particules (PT) — fumées noires et d'autres polluants comme le monoxyde de carbone (CO); que, pour prévenir la formation d'ozone troposphérique (O_3) et ses effets sur la santé et l'environnement, il est nécessaire de réduire les émissions des précurseurs, à savoir les oxydes d'azote (NO_x) et les hydrocarbures (HC); que les dommages causés à l'environnement par l'acidification requièrent aussi une diminution, entre autres, des émissions de NO_x et de HC;

(2) considérant que la Communauté a signé le protocole CEE-NU sur la réduction des composés organiques volatils (COV) en avril 1992 et qu'elle a adhéré à celui sur la réduction des NO_x en décembre 1993 (accession), ces deux textes allant dans le droit fil de la convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance adoptée en juillet 1982;

(3) considérant que l'objectif visant à réduire les émissions de polluants provenant des moteurs d'engins mobiles non routiers ainsi que l'établissement et le fonctionnement du marché intérieur des moteurs et des engins ne peuvent être réalisés de manière suffisante par les États membres et qu'ils peuvent donc être mieux réalisés par le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre la pollution atmosphérique provenant des moteurs destinés à être montés sur les engins mobiles non routiers;

(4) considérant que, selon des études récentes de la Commission, les émissions provenant des moteurs d'engins mobiles non routiers représentent une part importante du total des émissions d'origine anthropique de certains polluants atmosphériques nocifs; que la catégorie des moteurs à allumage par compression qui sera réglementée par la présente directive est responsable d'une très grande partie de la pollution atmosphérique produite par les NO_x et les PT, notamment quand on compare cette dernière à celle provenant du secteur des transports routiers;

(5) considérant que les émissions des engins mobiles non routiers opérant au sol et équipés de moteurs à allumage par compression, et en particulier, les émissions de NO_x et de PT, constituent une cause majeure de préoccupation dans ce domaine; qu'il convient de réglementer, en premier lieu, ces sources de pollution; qu'il faudra cependant étendre

(1) JO C 328 du 7.12.1995, p. 1.
(2) JO C 153 du 28.3.1996, p. 2.
(3) Avis du Parlement européen du 25 octobre 1995 (JO C 308 du 20.11.1995, p. 29), position commune du Conseil du 20 janvier 1997 (JO C 123 du 21.4.1997, p. 1) et décision du Parlement européen du 13 mai 1997 (JO C 167 du 2.7.1997, p. 22). Décision du Conseil du 4 décembre 1997. Décision du Parlement européen du 16 décembre 1997.
(4) Résolution du Conseil et des représentants des gouvernements des États membres, réunis au sein du Conseil, du 1er février 1993 (JO C 138 du 17.5.1993, p. 1).

ensuite le champ d'application de la présente directive au contrôle des émissions d'autres moteurs d'engins mobiles non routiers, y compris les groupes électrogènes transportables, sur la base des cycles d'essais appropriés, et en particulier des moteurs à essence; qu'une réduction considérable des émissions de CO et de HC peut être obtenue par l'extension du champ d'application de la présente directive aux moteurs à essence;

(6) considérant qu'il y a lieu de mettre en place dès que possible une législation sur le contrôle des émissions des moteurs de tracteurs agricoles et forestiers assurant un niveau de protection de l'environnement équivalent au niveau fixé par la présente directive et prévoyant des normes et des exigences entièrement compatibles avec celle-ci;

(7) considérant que, en ce qui concerne les procédures de certification, la réception par type — méthode européenne de certification des véhicules routiers et de leurs composants qui a résisté à l'épreuve du temps — a été retenue; qu'un élément nouveau, à savoir la réception d'un moteur représentatif pour un groupe de moteurs (famille de moteurs) construits avec des composants similaires selon des principes de construction similaires, a été introduit;

(8) considérant que les moteurs produits conformément aux exigences de la présente directive devront être marqués et notifiés en conséquence aux autorités compétentes en matière de réception; que, pour limiter la charge administrative, aucun contrôle direct de la part de l'autorité compétente sur les dates de production des moteurs à respecter pour les exigences renforcées n'a été prévu; que cette liberté accordée aux constructeurs requiert qu'ils facilitent la préparation des contrôles ponctuels qui sont opérés par l'autorité compétente et qu'ils fournissent régulièrement les données relatives à la planification de la production correspondante; qu'un respect absolu de la notification effectuée conformément à cette procédure n'est pas obligatoire mais qu'une bonne application faciliterait la planification des contrôles par les autorités compétentes en matière de réception et permettrait de renforcer la relation de confiance entre les constructeurs et les autorités compétentes en matière de réception par type;

(9) considérant que les réceptions accordées au titre de la directive 88/77/CEE [1] et du règlement CEE-NU n° 49 série 02 énuméré à l'annexe IV appendice II de la directive 92/53/CEE [2] sont reconnues comme équivalentes à celles requises par la présente directive dans sa phase I;

(10) considérant que les moteurs qui sont conformes aux exigences de la présente directive et qui entrent dans son champ d'application doivent être autorisés à être mis sur le marché dans les États membres; qu'ils ne doivent être soumis à aucune autre exigence d'émission nationale; que l'État membre délivrant les réceptions doit prendre les mesures de contrôle nécessaires;

(11) considérant qu'il faut tenir compte des utilisations particulières de ces types de moteurs dans la définition des nouvelles procédures d'essai et des valeurs limites;

(12) considérant qu'il convient d'introduire ces nouvelles normes selon le principe reconnu de la procédure à deux étapes;

(13) considérant que, pour les moteurs de puissance élevée, une réduction importante des émissions semble plus facile, la technologie existante développée pour les moteurs des véhicules routiers pouvant être utilisée; que, tenant compte de cela, une mise en œuvre échelonnée des exigences, touchant d'abord la plus élevée des trois gammes de puissance, a été prévue pour la phase I; que ce principe a été retenu pour la phase II qui comporte toutefois une quatrième gamme de puissance non prévue dans la phase I;

(14) considérant que, dans ce secteur des engins mobiles non routiers qui est maintenant réglementé et est le plus important, à l'exclusion des tracteurs agricoles, par rapport aux émissions provenant du secteur routier, une réduction considérable des émissions peut être escomptée grâce à la mise en œuvre de la présente directive; que, compte tenu des très bonnes performances en général des moteurs Diesel pour les émissions de CO et de HC, la marge d'amélioration par rapport au total des émissions est très faible;

(15) considérant que, pour faire face à des circonstances techniques ou économiques exceptionnelles, des procédures ont été prévues pour exempter les fabricants des obligations découlant de la présente directive;

(16) considérant que, pour garantir la «conformité de la production» (COP) après la réception des moteurs, les constructeurs sont tenus de prendre les mesures nécessaires; que, pour les cas de non-conformité

[1] Directive 88/77/CEE du Conseil, du 3 décembre 1987, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants provenant des moteurs Diesel destinés à la propulsion des véhicules (JO L 36 du 9.2.1988, p. 33). Directive modifiée en dernier lieu par la directive 96/1/CE du Parlement européen et du Conseil (JO L 40 du 17.2.1996, p. 1).

[2] Directive 92/53/CEE du Conseil, du 18 juin 1992, modifiant la directive 70/156/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la réception des véhicules à moteur et de leurs remorques (JO L 225 du 10.8.1992, p. 1).

constatée, des procédures d'information, des actions correctives et un système de coopération ont été prévus pour permettre de régler les éventuels désaccords entre les États membres sur la conformité des moteurs réceptionnés;

(17) considérant que le droit qu'ont les États membres de fixer des exigences assurant la protection des travailleurs qui utilisent des engins mobiles non routiers n'est pas affecté par la présente directive;

(18) considérant que les dispositions techniques de certaines annexes de la présente directive doivent être complétées et, le cas échéant, adaptées au progrès technique selon une procédure de comité;

(19) considérant que des dispositions doivent être prévues pour garantir la conformité des essais des moteurs aux règles de bonne pratique de laboratoire;

(20) considérant qu'il est nécessaire de promouvoir le commerce mondial dans ce secteur en harmonisant autant que possible les normes d'émission dans la Communauté et celles qui sont en vigueur ou prévues dans des pays tiers;

(21) considérant qu'il est donc nécessaire d'envisager la possibilité de revoir la situation sur la base de l'existence et de la faisabilité économique de nouvelles technologies et de tenir compte des progrès réalisés en ce qui concerne la mise en œuvre de la phase II,

(22) considérant qu'un *modus vivendi* [1] a été conclu, le 20 décembre 1994, entre le Parlement européen, le Conseil et la Commission concernant les mesures d'exécution des actes arrêtés selon la procédure visée à l'article 189 B du traité,

ONT ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE:

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.

[1] JO C 102 du 4.4.1996, p. 1.

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,

— *mise sur le marché,* le fait de rendre disponible sur le marché de la Communauté, contre paiement ou à titre gratuit, un produit visé par la présente directive en vue de sa distribution et/ou de son utilisation dans la Communauté,

— *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.

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'annexe VI, 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'annexe VII. Le certificat de réception par type rempli et ses annexes sont envoyés au demandeur.

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'annexe VIII) 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'annexe IX

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'annexe X concernant les moteurs réceptionnés depuis la dernière notification.

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.

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 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.

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.

2. Les réceptions par type aux termes de la directive 88/77/CEE, conformes aux exigences des phases A ou B prévues à l'article 2 et à l'annexe I point 6.2.1 de la directive 91/542/CEE du Conseil [1] et, le cas échéant, les marques de réception correspondantes sont acceptées pendant la phase I prévue à l'article 9 paragraphe 2 de la présente directive. La validité prend fin avec l'entrée en vigueur obligatoire de la phase II prévue à l'article 9 paragraphe 3 de la présente directive.

Article 8

Immatriculation et mise sur le marché

1. Les États membres ne peuvent pas refuser, le cas échéant, l'immatriculation ou la mise sur le marché de

[1] JO L 295 du 15.10.1991, p. 1.

nouveaux moteurs, qu'ils soient ou non déjà installés sur des engins, dès lors qu'ils répondent aux exigences de la présente directive.

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.

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.

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

Calendrier

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'annexe VI, 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'annexe VI, 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: $130\ kW \leq P \leq 560\ kW$,

— B: $75\ kW \leq P < 130\ KW$,

— C: $37\ kW \leq P < 75\ kW$,

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 4.2.1.

3. RÉCEPTIONS PAR TYPE PENDANT LA PHASE II (CATÉGORIES DE MOTEURS D, E, F ET G)

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 VI, et ils refusent de procéder à toute autre réception par type pour les engins mobiles non routiers sur lesquels un moteur est installé:

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

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

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

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

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'annexe I point 4.2.3.

4. IMMATRICULATION ET 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, et la mise sur le marché de nouveaux 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

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.

Article 10

Dérogations et autres procédures

1. Les exigences de l'article 8 paragraphes 1 et 2 et de l'article 9 paragraphe 4 ne s'appliquent pas:

— aux moteurs à l'usage de l'armée,

— aux moteurs faisant l'objet d'une dérogation en vertu du paragraphe 2.

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),

— 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.

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.

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.

Article 14

Adaptation au progrès technique

Toutes les modifications nécessaires pour adapter au progrès technique les annexes de la présente directive, à l'exception des exigences visées à l'annexe I section 1 points 2.1 à 2.8 et section 4, sont adoptées par la Commission, assistée par le comité institué conformément à l'article 13 de la directive 92/53/CEE, selon la procédure prévue à l'article 15 de la présente directive.

Article 15

Procédure de comité

1. Le représentant de la Commission soumet au comité un projet des mesures à prendre. Le comité émet son avis sur ce projet dans un délai que le président peut fixer en fonction de l'urgence de la question en cause. L'avis est émis à la majorité prévue à l'article 148 paragraphe 2 du traité pour l'adoption des décisions que le Conseil est appelé à prendre sur proposition de la Commission. Lors des votes au sein du comité, les voix des représentants des États membres sont affectées de la pondération définie à l'article précité. Le président ne prend pas part au vote.

2. a) La Commission arrête des mesures qui sont immédiatement applicables.

   b) Toutefois, si les mesures envisagées ne sont pas conformes à l'avis émis par le comité, ces mesures sont aussitôt communiquées par la Commission au Conseil. Dans ce cas:

   — la Commission diffère l'application des mesures décidées par elle d'un délai qui ne peut en aucun cas dépasser trois mois à compter de la date de la communication,

   — le Conseil, statuant à la majorité qualifiée, peut prendre une décision différente dans le délai prévu au premier tiret.

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.

Fait à Bruxelles, le 16 décembre 1997.

Par le Parlement européen	*Par le Conseil*
Le président	*Le président*
J. M. GIL-ROBLES	J. LAHURE

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

La présente directive s'applique aux moteurs destinés à être montés sur des engins mobiles non routiers.

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:

a) être destinés ou propres à se déplacer ou être déplacés au sol, sur route ou en dehors des routes, et équipés d'un moteur à allumage par compression ayant une puissance nette telle qu'elle est définie au point 2.4, supérieure à 18 kW mais inférieure ou égale à 560 kW [4] et fonctionnant à vitesse intermittente plutôt qu'à une seule vitesse constante.

Les engins dont les moteurs sont couverts par cette définition comprennent, entre autres, les matériels suivants:

— puits de forage industriels, compresseurs, etc.,

— équipements de construction, notamment chargeuses sur roues, bulldozers, tracteurs à chenilles, chargeuses à chenilles, chargeuses-transporteuses, camions tout-terrain, excavateurs hydrauliques, etc.,

— machines agricoles, émotteuses,

— équipements de sylviculture,

— machines agricoles automotrices (à l'exception des tracteurs tels que définis ci-dessus),

— équipements de manutention,

— chariots-élévateurs à fourche,

— équipements d'entretien des routes (niveleuses automotrices, rouleaux compresseurs, finisseurs),

— chasse-neige,

— équipements d'assistance aéroportuaire au sol,

— échelles automobiles,

— grues mobiles.

La présente directive ne s'applique pas:

b) aux bateaux;

c) aux locomotives ferroviaires;

d) aux aéronefs;

e) aux groupes électrogènes.

---

(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).

(4) Une réception accordée en vertu du règlement n° 49 de la Commission économique pour l'Europe, séries d'amendements 02, rectificatifs 1/2, est réputée équivalente à une réception accordée en vertu de la directive 88/77/CEE dans sa dernière version (annexe IV section II de la directive 92/53/CEE).

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;

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.

2.9. **Symboles et abréviations**

2.9.1. *Symboles des paramètres d'essai*

Symbole	Unité	Terme
A_p	m^2	Section transversale de la sonde de prélèvement isocinétique
A_T	m^2	Section transversale 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
conc	ppm vol%	Concentration (avec le suffixe de l'élément qui est à l'origine de la dénomination)
$conc_c$	ppm vol%	Concentration naturelle corrigée
$conc_d$	ppm vol%	Concentration de l'air de dilution

[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.

DF	—	Facteur de dilution
f_a	—	Facteur atmosphérique de laboratoire
F_{FH}	—	Facteur spécifique au carburant utilisé pour les calculs de concentrations en milieu humide, à partir des concentrations en milieu sec (rapport hydrogène/carbone)
G_{AIRW}	kg/h	Débit massique d'air d'admission (conditions humides)
G_{AIRD}	kg/h	Débit massique d'air d'admission (conditions sèches)
G_{DILW}	kg/h	Débit massique d'air de dilution (conditions humides)
G_{EDFW}	kg/h	Équivalent du débit massique 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_{TOTW}	kg/h	Débit massique de gaz d'échappement dilués (conditions humides)
H_{REF}	g/kg	Valeur de référence de l'humidité absolue égale à 10,71 g/kg pour le calcul des facteurs de correction d'humidité pour les NO_x et les particules
H_a	g/kg	Humidité absolue de l'air d'admission
H_d	g/kg	Humidité absolue de l'air de dilution
i	—	Indice désignant un des modes de l'essai
K_H	—	Facteur de correction d'humidité pour les NO_x
K_p	—	Facteur de correction d'humidité pour les particules
$K_{W,a}$	—	Facteur de correction pour l'air d'admission (passage d'un milieu sec à un milieu humide)
$K_{W,d}$	—	Facteur de correction pour l'air de dilution (passage d'un milieu sec à un milieu humide)
$K_{W,e}$	—	Facteur de correction pour les gaz d'échappement dilués (passage d'un milieu sec à un milieu humide)
$K_{W,r}$	—	Facteur de correction pour les gaz d'échappement bruts (passage d'un milieu sec à un milieu humide)
L	%	Proportion du couple maximal pour la vitesse d'essai
masse	g/h	Indice désignant le débit massique des émissions
M_{DIL}	kg	Masse de l'échantillon d'air de dilution passé à travers les filtres à particules
M_{SAM}	kg	Masse de l'échantillon de gaz d'échappement dilués passé à travers les filtres à particules
M_d	mg	Masse de l'échantillon de particules de l'air de dilution recueilli
M_f	mg	Masse de l'échantillon de particules recueilli
P_a	kPa	Tension de vapeur à saturation de l'air admis dans le moteur (ISO 3046 P_{sy} = essai PSY, pression ambiante)
P_B	kPa	Pression barométrique totale (ISO 3046: P_x = site PX, pression totale ambiante P_y = essai PY, pression totale ambiante)
P_d	kPa	Tension de vapeur à saturation de l'air de dilution
P_s	kPa	Pression atmosphérique (conditions sèches)
P	kW	Puissance au frein, non corrigée
p_{AE}	kW	Puissance totale déclarée absorbée par les accessoires prévus pour l'essai qui ne sont pas requis par les dispositions du point 2.4 de la présente annexe

P_M	kW	Puissance maximale mesurée au régime d'essai dans les conditions d'essai (annexe VI appendice 1)
P_m	kW	Puissance mesurée aux différents modes d'essai
q	—	Coefficient de dilution
r	—	Rapport entre les sections transversales de la sonde isocinétique et du tuyau d'échappement
R_a	%	Humidité relative de l'air d'admission
R_d	%	Humidité relative de l'air de dilution
R_f	—	Facteur de réaction du FID
S	kW	Réglage du dynamomètre
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 à 298 K)
V_{AIRD}	m^3/h	Débit volumique d'air d'admission (conditions sèches)
V_{AIRW}	m^3/h	Débit volumique d'air d'admission (conditions humides)
V_{DIL}	m^3	Volume de l'échantillon d'air de dilution passé à travers les filtres à particules
V_{DILW}	m^3/h	Débit volumique d'air de dilution (conditions humides)
V_{EDFW}	m^3/h	Équivalent du débit volumique de gaz d'échappement dilués (conditions humides)
V_{EXHD}	m^3/h	Débit volumique de gaz d'échappement (conditions sèches)
V_{EXHW}	m^3/h	Débit volumique de gaz d'échappement (conditions humides)
V_{SAM}	m^3	Volume de l'échantillon passé à travers les filtres à particules
V_{TOTW}	m^3/h	Débit volumique de gaz d'échappement dilués (conditions humides)
WF	—	Facteur de pondération
WF_E	—	Facteur de pondération effectif

2.9.2. *Symboles des composés chimiques*

CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
HC	Hydrocarbures
NO_x	Oxydes d'azote
NO	Oxyde nitrique
NO_2	Dioxyde d'azote
O_2	Oxygène
C_2H_6	Éthane
PT	Particules
DOP	Diphtalate octylique
CH_4	Méthane
C_3H_8	Propane
H_2O	Eau
PTFE	Polytétrafloroéthylène

2.9.3. *Abréviations*

FID	Détecteur à ionisation de flamme
HFID	Détecteur chauffé à ionisation de flamme
NDIR	Analyseur non dispersif à absorption dans l'infrarouge

CLD	Détecteur à chimiluminescence
HCLD	Détecteur à chimiluminescence chauffé
PDP	Pompe à déplacement positif
CFV	Tube Venturi à débit critique

3. MARQUAGE DES MOTEURS

3.1. Tout moteur réceptionné en tant qu'entité technique doit porter:

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'annexe VII.

3.2. 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.

3.3. 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.

3.3.1. 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.

3.3.2. 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.

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

3.5. Avant de quitter la chaîne de production, les moteurs doivent porter tous les marquages requis.

3.6. L'emplacement exact des marquages sur le moteur sera déclaré à l'annexe VI partie 1.

4. PRESCRIPTIONS ET ESSAIS

4.1. **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 4.2.1, 4.2.3 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 des

émissions. 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.

4.2. **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'annexe V.

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 V,

— 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 V,

— 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'annexe V.

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.

4.2.1. 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

4.2.2. Les valeurs d'émission indiquées au point 4.2.1 sont des limites «sortie moteurs»; elles sont déterminées en amont de tout dispositif de post-traitement des gaz d'échappement.

4.2.3. 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)
$130 \leq P \leq 560$	3,5	1,0	6,0	0,2
$75 \leq P < 130$	5,0	1,0	6,0	0,3
$37 \leq P < 75$	5,0	1,3	7,0	0,4
$18 \leq P < 37$	5,5	1,5	8,0	0,8

4.2.4. 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.

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.

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 moteur

choisi 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:

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

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

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

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.

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

6.3. Cylindrée:

— cylindrée des moteurs comprise dans une fourchette de 15 %

— nombre de cylindres des moteurs équipés de dispositifs de post-traitement

6.4. Méthode d'aspiration de l'air:

— moteur atmosphérique

— moteur suralimenté

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

6.5. Type de chambre de combustion:

— chambre de précombustion
— chambre de turbulence
— chambre à circuit ouvert

6.6. Configuration, taille et nombre des soupapes et des lumières:

— tête de cylindre
— paroi de cylindre
— carter-moteur

6.7. Système d'alimentation en carburant:

— injecteur à pompe
— pompe en ligne
— pompe à distributeur
— élément unique
— injecteur d'unité

6.8. Divers:

— recirculation des gaz d'échappement
— injection/émulsion d'eau
— injection d'air
— système de refroissement de charge

6.9. Traitement des gaz d'échappement:

— catalyseur d'oxydation
— catalyseur de réduction
— réacteur thermique
— filtre à particules

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.

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»).

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.

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

2. DISPOSITIFS ANTIPOLLUTION ADDITIONNELS (s'ils existent et s'ils ne sont pas couverts par une autre rubrique)

— Description et/ou schéma(s): . . . . . .

3. ALIMENTATION EN CARBURANT

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.

4. CARACTÉRISTIQUES DE DISTRIBUTION

4.1. Levées maximales des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture rapportés au point mort haut, ou caractéristiques équivalentes: .....

4.2. Référence et/ou gamme de réglage [1]

---

[1] Biffer la mention inutile.

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]: .....

1.8. Système de traitement des gaz d'échappement [2]: .....

Preuve d'un ratio égal (ou inférieur) pour le moteur représentatif: capacité du système/débit de carburant par temps conformément aux numéros du schéma:.....

2. COMPOSITION DE LA FAMILLE DE MOTEURS

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

2.2. Description des moteurs de cette famille:

					Moteur représentatif [1]
Type de moteur					
Nombre de cylindres					
Régime nominal (tr/mn)					
Admission de carburant par course (mm^3)					
Puissance nette nominale (kW)					
Régime de couple maximal (tr/mn)					
Admission de carburant par course (mm^3)					
Couple maximal (Nm)					
Régime de ralenti (tr/mn)					
Cylindrée (en % du moteur représentatif)					100

[1] Voir l'appendice 1 pour les détails.

[1] À remplir en fonction des spécifications indiquées à l'annexe I sections 6 et 7.
[2] Le cas échéant, indiquer néant.

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.

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

2. DISPOSITIFS ANTIPOLLUTION ADDITIONNELS (s'ils existent et s'ils ne sont pas couverts par une autre rubrique)

— Description et/ou schéma(s): .....

3. ALIMENTATION EN CARBURANT

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.

3.3. **Système de démarrage à froid**

3.3.1. Marques: . . . . . .

3.3.2. Types: . . . . . .

3.3.3. Description: . . . . . .

4. CARACTÉRISTIQUES DE DISTRIBUTION

4.1. Levées maximales des soupapes et angles d'ouverture et de fermeture rapportés au point mort haut, ou caractéristiques équivalentes: . . . . . .

4.2. Référence et/ou gamme de réglage [1]: . . . . . .

---

[1] Biffer la mention inutile.

ANNEXE III

PROCÉDURE D'ESSAI

1. INTRODUCTION

1.1. La présente annexe décrit la méthode servant à mesurer les émissions de gaz et particules polluants provenant 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. **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:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \left(\frac{T}{298}\right)^{0,7}$$

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:

$$0,98 \leq f_a \leq 1,02$$

2.2.3. *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.

2.3. **Système d'admission d'air du moteur**

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'admission d'air bridé en fonction de la limite supérieure spécifiée par le constructeur pour un filtre à air propre et un moteur fonctionnant dans des conditions normales, telles qu'indiquées par le constructeur, de façon à obtenir un débit d'air maximal.

Un système d'atelier d'essai peut être utilisé, à condition qu'il recrée des conditions d'utilisation normales.

2.4. **Système d'échappement du moteur**

Le moteur soumis à l'essai doit être équipé d'un système d'échappement dans lequel la contre-pression des gaz est réglée à la valeur supérieure indiquée par le constructeur pour un moteur fonctionnant dans des conditions normales, de façon à obtenir la puissance maximale déclarée.

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'annexe IV.

L'indice de cétane et la teneur en soufre du carburant de référence utilisé pour l'essai sont indiqués à l'annexe VI 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).

2.8. **Détermination des réglages du dynamomètre**

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 couples aux régimes d'essai spécifiés seront 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 sera déclaré par le constructeur.

Le réglage du moteur pour chacun des modes d'essai sera calculé au moyen de la formule:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100}\right) - P_{AE}$$

Pour un taux

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0{,}03$$

la valeur P_{AE} peut être vérifiée par l'autorité technique chargée de l'octroi de la réception.

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI

3.1. **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).

3.2. **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'extrêmité du tuyau.

3.3. **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).

3.4. **Réglage du coefficient de dilution**

Le système d'échantillonnage des 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 des particules présentes 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, trois mesures au moins doivent être effectuées, au début, à la fin et vers le milieu du cycle, et il faut faire la moyenne des chiffres obtenus.

La température de l'air de dilution à l'entrée du filtre ne doit pas dépasser 325 K (52 °C) dans chaque mode. Le coefficient de dilution total ne doit pas être inférieur à quatre.

Pour la méthode à filtre unique, 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 %, sauf pendant les dix premières secondes de chaque mode pour les systèmes non dotés d'un dispositif de dérivation. Pour les systèmes de dilution en circuit partiel, le débit massique à travers le filtre doit être maintenu à ± 5 %, sauf pendant les dix premières secondes de chaque mode pour les systèmes non dotés d'un dispositif de dérivation.

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 en question sont déterminées en faisant passer l'air de dilution dans un filtre à sacs pendant toute la durée de l'essai.

La mesure de la concentration de fond en continu (sans filtre à sacs) 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 les constructeurs le demandent.

3.5. **Vérification des analyseurs**

Les analyseurs d'émissions doivent être mis à zéro et étalonnés.

3.6. **Cycle d'essai**

3.6.1. Spécification A des équipements conformément à l'annexe I partie 1

3.6.1.1. Le cycle de huit modes suivant [1] sera suivi grâce au dynamomètre monté sur le moteur essayé:

Mode numéro	Régime du moteur	Taux de charge	Facteur de pondération
1	nominal	100	0,15
2	nominal	75	0,15
3	nominal	50	0,15
4	nominal	10	0,1
5	intermédiaire	100	0,1
6	intermédiaire	75	0,1
7	intermédiaire	50	0,1
8	ralenti	—	0,15

3.6.2. *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.

3.6.3. *Exécution de l'essai*

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 le cycle d'essai.

Pendant chaque mode du cycle, 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 que la moyenne des mesures effectuées au cours de la période ne dépasse pas ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

[1] Identique au cycle C1 du projet de norme ISO 8178-4.

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 selons les besoins.

La durée du mode doit être enregistrée et signalée.

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.

3.6.4. *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.

3.6.5. *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.

3.6.6. *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).

3.7. **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 %.

Appendice 1

1. MÉTHODES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Les gaz et particules émis par le moteur présenté aux essais sont mesurés par les méthodes décrites dans l'annexe V. 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 utilisera un banc dynamométrique pour moteur dont les caractéristiques sont suffisantes pour permettre l'exécution du cycle d'essai prescrit à l'annexe III point 3.6.1. 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 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).

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 du 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:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \quad \textit{(masse d'échappement humide)}$$

ou:

$$V_{EXHD} = V_{AIRD} - 0{,}766 \times G_{FUEL} \quad \textit{(volume d'échappement sec)}$$

ou:

$$V_{EXHW} = V_{AIRW} + 0{,}746 \times G_{FUEL} \quad \textit{(volume d'échappement humide)}$$

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. *Débit total des gaz d'échappement dilués*

Si on utilise un système de dilution en circuit principal, on doit mesurer le débit total d'échappement dilué (G_{TOTW}, V_{TOTW}) à l'aide d'un PDP ou d'un CFV (annexe V point 1.2.1.2) dont 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 prescriptions suivantes:

Numéro	Rubrique	Écart autorisé (écarts ± basés sur les valeurs maximales des moteurs)	Écart autorisé (écarts ± basés sur la norme ISO 3046)	Fréquence d'étalonnage (mois)
1	Régime du moteur	2 %	2 %	3
2	Couple	2 %	2 %	3
3	Puissance	2 % (1)	3 %	sans objet
4	Consommation de carburant	2 % (1)	3 %	6
5	Consommation de carburant spécifique	sans objet	3 %	sans objet
6	Consommation d'air	2 % (1)	5 %	6
7	Débit de gaz d'échappement	4 % (1)	sans objet	6
8	Température du liquide de refroidissement	2 K	2 K	3
9	Température du lubrifiant	2 K	2 K	3
10	Pression des gaz d'échappement	5 % du maximum	5 %	3
11	Dépressions à l'admission	5 % du maximum	5 %	3
12	Température des gaz d'échappement	15 K	15 K	3
13	Température de l'air d'admission (air de combustion)	2 K	2 K	3
14	Pression atmosphérique	0,5 % du chiffre relevé	0,5 %	3
15	Humidité (relative) de l'air d'admission	3 %	sans objet	1
16	Température du carburant	2 K	5 K	3
17	Température des tunnels de dilution	1,5 K	sans objet	3
18	Humidité de l'air de dilution	3 %	sans objet	1
19	Débit des gaz d'échappement dilués	2 % du chiffre relevé	sans objet	24 (débit partiel) (débit total) (2)

Légende:

(1) Les calculs des émissions d'échappement décrits dans la présente directive sont, dans certains cas, établis sur la base de méthodes de mesure et/ou de calcul différentes. Les tolérances totales étant limitées pour le calcul des émissions d'échappement, les valeurs autorisées pour certaines rubriques, utilisées dans les équations appropriées, doivent être inférieures aux tolérances autorisées indiquées dans la norme ISO 3046-3.

(2) Systèmes en circuit principal — la pompe à déplacement positif CVS ou les Venturi de débit critique sont étalonnés après l'installation initiale, les travaux d'entretien majeurs ou, selon les besoins, lorsque cela est indiqué pour la vérification du système CVS décrite à l'annexe V.

1.4. **Définition 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 l'échelle complète.

Les concentrations inférieures à 15 % de l'échelle complète sont aussi acceptables si la valeur de l'échelle complète 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 l'échelle complète. 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 minimiser les erreurs supplémentaires.

1.4.1.1. Erreur de mesure

L'erreur de mesure totale, y compris la sensibilité croisée à d'autres gaz (annexe III appendice 2 point 1.9) ne doit pas dépasser ± 5 % du relevé ou 3,5 fois l'échelle complète, le résultat le plus faible étant retenu. Pour les concentrations inférieures à 100 ppm, l'erreur de mesure ne doit pas dépasser ± 4 ppm.

1.4.1.2. Répétabilité

Définie comme étant de 2,5 fois l'écart type de dix réponses consécutives à un étalonnage donné ou gaz d'étalonnage, la répétabilité ne doit pas être supérieure à ± 1 % de la concentration à échelle complète pour chaque plage utilisée au-dessus de 155 ppm (ou ppm C) ou ± 2 % de chaque plage utilisée à moins de 155 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 sur une période quelconque de 10 secondes ne doit pas dépasser 2 % de l'échelle complète sur toutes les plages utilisées.

1.4.1.4. Dérive du zéro

La dérive du zéro pendant une heure doit être inférieure à 2 % de l'échelle complète sur 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 pendant un intervalle de temps de 30 secondes.

1.4.1.5. Dérive de la valeur d'étalonnage

La dérive de la valeur d'étalonnage pendant une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle sur la plage la plus basse utilisée. L'étalonnage est défini comme étant la différence entre la réponse étalonnage et la réponse zéro. La réponse étalonnage est définie comme étant la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz d'étalonnage pendant un intervalle de temps de 30 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.

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 dans l'annexe V.

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 gaz carbonique (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 à détecteur d'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 à détecteur chimiluminescent (CLD) ou à détecteur chimiluminescent chauffé (HCLD) avec un convertisseur NO_2/NO si la mesure est effectuée à sec. Si la mesure est effectuée sur une base humide, on utilisera un HCLD avec convertisseur maintenu au-dessus de 333 K (60 °C) à condition que la vérification de l'effet d'atténuation de l'eau (annexe III appendice 2 point 1.9.9.2) ait été satisfaisante.

1.4.4. *Échantillonnage pour les émissions gazeuses*

Les sondes d'échantillonnage des émissions gazeuses doivent être montées à une distance de 0,5 m 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 multicylindrique 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 multicylindre 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 total de la masse 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 amant 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 déterminer les 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 V point 1.2.1.2 pour DT et point 1.2.2 pour PSP). La teneur en CO et en CO_2 peut aussi être déterminée par échantillonnage dans un sac puis on mesure 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 à 325 K (52 °C) ou moins, 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.

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 V 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 rapport 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 V point 1.2.1.1).

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 de 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 assez 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 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 (dioctylphthalate) d'au moins 95 % 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 (point 1.5.1.5).

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 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.

1.5.1.5. Charge du filtre

La charge minimale recommandée pour le filtre est de 0,5 mg pour une surface de la tache de 1 075 mm^2 avec la méthode du filtre simple. Les valeurs pour les dimensions de filtres les plus courantes sont les suivantes:

Diamètre du filtre (mm)	Diamètre recommandé de la tache (mm)	Charge minimale recommandée (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

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 30 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 ± 5 % (± 7,5 % pour la paire de filtres) de la charge minimale recommandée (point 1.5.1.5), 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 20 μg et un pouvoir de résolution de 10 μg (1 chiffre = 10 μg). Pour les filtres de moins de 70 mm de diamètre, la précision et la résolution seront respectivement de 2 μg et 1 μg.

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 minimiser le dépôt ou la modification des matières particulaires. 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.

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 % d'hydrogène, reste hélium)

(Contamination ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO)

— *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

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.

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.

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

On établit la courbe d'étalonnage de l'analyseur en déterminant au moins cinq 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.

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 ± 1 % de l'échelle complète à zéro.

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.

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 ± 1 % de l'échelle complète à zéro.

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**

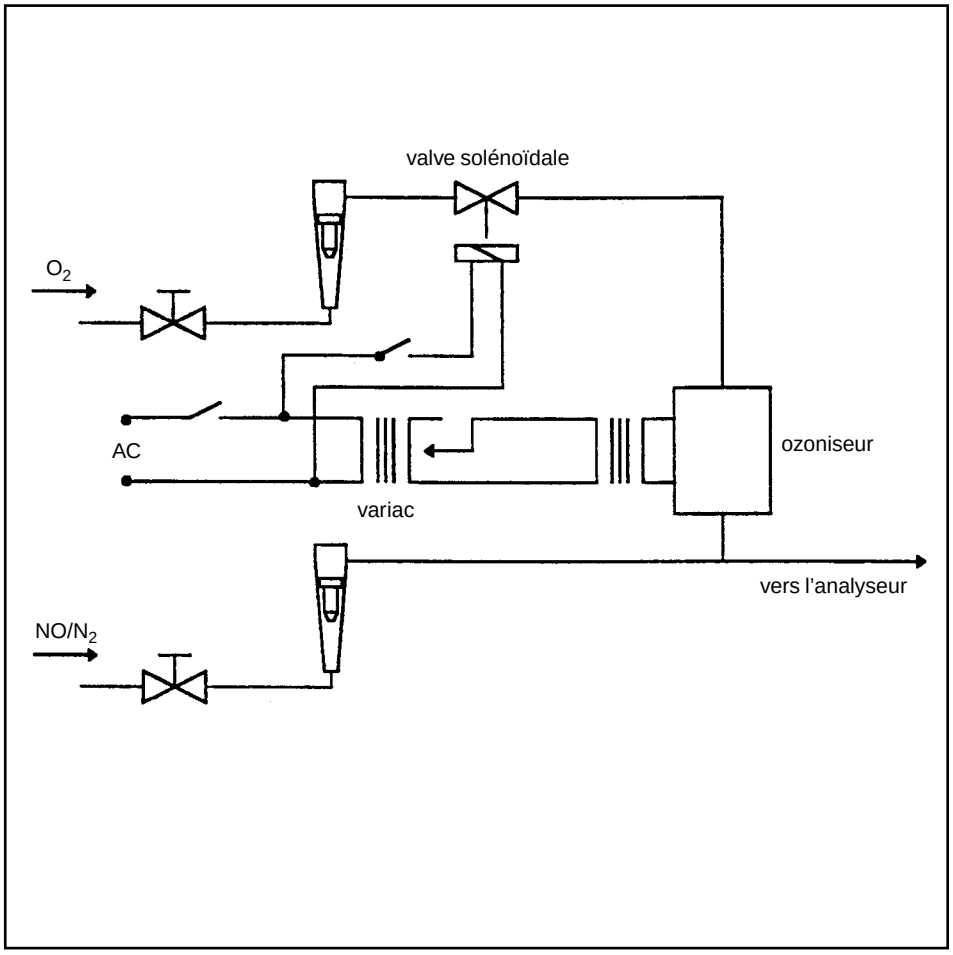
L'efficacité du convertisseur utilisé pour la conversion de NO_2 en NO est éprouvée de la manière indiquée aux points 1.7.1 à 1.7.8 (figure 1).

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



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).

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*

Le contrôle d'interférence d'oxygène doit être défini 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 est défini et doit être déterminé conformément au point 1.8.2. Le gaz d'essai à utiliser et la gamme de facteurs de réponse à recommander sont les suivants.

— Propane et azote: $0{,}95 \leq R_f \leq 1{,}05$

par rapport à un facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air de synthèse purifié.

La concentration d'oxygène dans l'air contenu dans le brûleur du FID ne doit pas se situer à plus de ± 1 % en mole de la concentration d'oxygène de l'air du brûleur utilisée lors du dernier contrôle d'interférence de l'oxygène. Si la différence est supérieure, l'interférence de l'oxygène doit être contrôlée et l'analyseur réglé si nécessaire.

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 = 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)

1.9.2.2. 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 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 pression de fonctionnement absolu de l'analyseur et la température de l'eau doivent être déterminées et enregistrées respectivement en tant que valeurs E et 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:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{E}\right)$$

et enregistrée en tant que valeur H. La concentration prévue du gaz d'étalonnage NO dilué (dans la vapeur d'eau) doit être calculée comme suit:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

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 du gaz d'étalonnage du CO_2 non dilué (A, mesurée comme indiqué au point 1.9.2.1) comme suit:

$$Hm = 0{,}9 \times A$$

et enregistrée en tant que valeur Hm.

L'effet d'atténuation de l'eau est calculé comme suit:

$$\% \ H_2O \text{ effet d'atténuation} = 100 \times \left(\frac{De - C}{De}\right) \times \left(\frac{Hm}{H}\right)$$

et ne doit pas dépasser 3 % de l'échelle complète

où

De = concentration prévue de NO dilué (ppm)

C = concentration de NO dilué (ppm)

Hm = concentration maximale de la vapeur d'eau (%)

H = concentration réelle de la vapeur d'eau (%).

Note: Il est important que le gaz d'étalonnage du 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 dans l'eau pour les calculs d'effets d'atténuation.

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.

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

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.

Si le débit du gaz est déterminé par mesure différentielle de l'écoulement, l'erreur maximale de la différence doit être telle que la précision du G_{EDF} soit de ± 4 % (voir aussi annexe V point 1.2.1.1 EGA). Il peut être calculé en prenant la racine carrée moyenne des erreurs de chaque instrument.

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.

Appendice 3

1. ÉVALUATION ET CALCULS DE DONNÉES

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.

1.2. **Émissions de particules**

Pour évaluer les particules, on enregistre pour chaque mode les masses ($M_{SAM,i}$) ou les volumes ($V_{SAM,i}$) totaux 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 (M_f pour la méthode à filtre simple, $M_{f,i}$ pour la méthode à filtres multiples) est la somme des masses de particules récupérées sur les filtres primaires et secondaires.

Si une correction de fond doit être appliquée, on enregistre la masse (M_{DIL}) ou le volume (V_{DIL}) d'air de dilution passant à travers les filtres et la masse de particules (M_d). Si on effectue plus d'une mesure, on doit calculer le quotient M_d/M_{DIL} ou V_d/M_{DIL} pour chaque mesure prise individuellement et prendre la moyenne des valeurs.

1.3. **Calcul des émission gazeuses**

Les résultats des essais indiqués en dernier recours sont obtenus par les opérations suivantes.

1.3.1. *Détermination du débit des gaz d'échappement*

On détermine le débit massique des gaz d'échappement (G_{EXHW}, V_{EXHW} ou V_{EXHD}) 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}, V_{TOTW}) pour chaque mode, conformément à l'annexe III appendice 1 point 1.2.4.

1.3.2. *Correction pour le passage de l'état sec à l'état humide*

Si on applique les valeurs G_{EXHW}, V_{EXHW}, G_{TOTW} ou V_{TOTW}, on convertit la concentration mesurée sur une base humide, conformément à la formule suivante, si elle n'est pas déjà mesurée sur une base humide:

$$\text{conc (humide)} = k_w \times \text{conc (sec)}$$

Pour les gaz d'échappement bruts:

$$k_{w,r,1} = \left(1 - F_{FH} \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}}\right) - k_{w2}$$

ou:

$$k_{w,r,2} = \left(\frac{1}{1 + 1{,}88 \times 0{,}005 \times (\%\,CO\ [sec] + \%\,CO_2\ [sec])}\right) - k_{w2}$$

Pour les gaz d'échappement dilués:

$$k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%\ \text{(humide)}}{200}\right) - k_{w1}$$

ou:

$$k_{w,e,2} = \left(\frac{1 - k_{w1}}{1 + \frac{1{,}88 \times CO_2\,\%\ \text{(sec)}}{200}}\right)$$

Les valeurs de F_{FH} peuvent être calculées conformément à la formule suivante:

$$F_{FH} = \frac{1{,}969}{\left(1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}}\right)}$$

Pour l'air de dilution:

$$k_{W,d} = 1 - k_{W1}$$

$$k_{W1} = \frac{1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1\,000 + 1{,}608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6{,}22 \times R_d \times P_d}{P_B - P_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Pour l'air d'admission (s'il diffère de l'air de dilution):

$$k_{W,a} = 1 - k_{W2}$$

$$k_{W2} = \frac{1{,}608 \times H_a}{1\,000 + (1{,}608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6{,}22 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

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 (%)

R_a = humidité relative de l'air d'admission (%)

P_d = pression de vapeur de saturation de l'air de dilution (kPa)

P_a = pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (kPa)

P_B = pression barométrique totale (kPa).

1.3.3. *Correction de l'humidité pour NO_x*

L'émission de NO_x étant fonction des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée par la température de l'air ambiant et l'humidité par les facteurs K_H donnés par la formule suivante

$$K_H = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10{,}71) + B \times (T_a - 298)}$$

où:

$A = 0{,}309\ G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0{,}0266$

$B = -0{,}209\ G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0{,}00954$

T = températures de l'air en K.

$$\frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} = \text{rapport carburant/air (air sec)}$$

H_a = humidité de l'air d'admission, eau en grammes par kilo d'air sec:

$$H_a = \frac{6{,}220 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a = humidité relative de l'air d'admission (%)

P_a = pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (kPa)

P_B = pression barométrique totale (kPa).

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]:

$$Gas_{mass} = u \times conc \times G_{EXHW}$$

ou:

$$Gas_{mass} = v \times conc \times V_{EXHD}$$

ou:

$$Gas_{mass} = w \times conc \times V_{EXHW}$$

b) Pour les gaz d'échappement dilués [1]:

$$Gas_{mass} = u \times conc_c \times G_{TOTW}$$

ou:

$$Gas_{mass} = w \times conc_c \times V_{TOTW}$$

où:

$conc_c$ = concentration de fond corrigée

$$conc_c = conc - conc_d \times [1 - (1/DF)]$$

$$DF = 13{,}4/[concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4}]$$

ou:

$$DF = 13{,}4/concCO_2$$

Les coefficients u — humide, v — sec, w — humide doivent être utilisés conformément au tableau suivant:

Gaz	u	v	w	conc
NO_x	0,001587	0,002053	0,002053	ppm
CO	0,000966	0,00125	0,00125	ppm
HC	0,000479	—	0,000619	ppm
CO_2	15,19	19,64	19,64	%

La densité du HC est calculée sur la base d'un rapport moyen carbone/hydrogène de 1/1,85.

[1] Dans le cas des NO_x, la concentration de NO_x (NO_{xconc} ou NO_{xconc_c}) doit être multipliée par K_{HNOx} (facteur de correction d'humidité pour NO_x, mentionné au point 1.3.3) comme suit:

$$K_{HNOx} \times conc \text{ ou } K_{HNOx} \times conc_c$$

1.3.5. *Calcul des émissions spécifiques*

L'émission spécifique (g/kWh) est calculée à partir de tous les composants individuels de la manière suivante.

$$\text{Gaz individuel} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Gas_{mass_i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

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 3.6.1.

1.4. **Calcul de l'émission de particules**

L'émission de particules est calculée de la manière suivante.

1.4.1. *Facteur de correction de l'humidité pour les particules*

L'émission de particules des moteurs Diesel étant fonction des conditions atmosphériques ambiantes, le débit massique de particules est corrigé pour tenir compte de l'humidité de l'air ambiant par le facteur K_p donné par la formule suivante:

$$K_p = 1/[1 + 0{,}0133 \times (H_a - 10{,}71)]$$

H_a = humidité de l'air d'admission, eau en grammes par kilo d'air sec

$$H_a = \frac{6{,}22 \times R_a \times P_a}{P_B - P_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a = humidité relative de l'air d'admission (%)

P_a = pression de vapeur de saturation de l'air d'admission (kPa)

P_B = pression barométrique totale (kPa).

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} ou du débit volumique équivalent de gaz d'échappement dilués V_{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

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

ou:

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

ou:

$$q_i = \frac{V_{DILW,i} + (V_{EXHW,i} \times r)}{(V_{EXHW,i} \times r)}$$

où r correspond au rapport entre les coupes transversales 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 NO_x

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

ou:

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

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 sur une base sèche sont converties en base humide 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

[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:

$$q_i = \frac{206{,}6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

1.4.2.4. Systèmes avec mesure de débit

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

1.4.3. *Système de dilution en circuit principal*

Les résultats d'essais finals rapportés sur l'emission de particules sont obtenus par les opérations suivantes.

Tous les calculs sont établis sur la base des valeurs moyennes des différents modes pendant la période d'échantillonnage.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

ou:

$$V_{EDFW,i} = V_{TOTW,i}$$

1.4.4. *Calcul du débit massique de particules*

Le débit massique de particules est calculé comme suit.

Pour la méthode à filtre simple:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

ou:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{V_{SAM}} \times \frac{(V_{EDFW})_{aver}}{1\,000}$$

où:

$(G_{EDFW})_{aver}$, $(V_{EDFW})_{aver}$, $(M_{SAM})_{aver}$, $(V_{SAM})_{aver}$ au cours du cycle d'essai sont calculés en additionnant les valeurs moyennes des différents modes durant la période d'échantillonnage:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^{n} G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$(V_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^{n} V_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{n} M_{SAM,i}$$

$$V_{SAM} = \sum_{i=1}^{n} V_{SAM,i}$$

où i = 1,. . . n.

Pour la méthode à filtres multiples:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \times \frac{(G_{EDFW,i})}{1\,000}$$

ou:

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{V_{SAM,i}} \times \frac{(V_{EDFW,i})}{1\,000}$$

où i = 1,. . . n.

Le débit massique de particules peut être corrigé en fonction du fond comme suit.

Pour la méthode à filtres simples:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)\right)\right] \times \left[\frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1\,000}\right]$$

ou:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{V_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{V_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)\right)\right] \times \left[\frac{(V_{EDFW})_{aver}}{1\,000}\right]$$

Si plus d'une mesure est effectuée, (M_d/M_{DIL}) ou (M_d/V_{DIL}) sont remplacés respectivement par $(M_d/M_{DIL})_{aver}$ ou $(M_d/V_{DIL})_{aver}$

$$DF = \frac{13{,}4}{concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13{,}4/concCO_2$$

Pour la méthode à filtres multiples:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)\right)\right] \times \left[\frac{G_{EDFW,i}}{1\,000}\right]$$

ou:

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{V_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{V_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right)\right)\right] \times \left[\frac{V_{EDFW,i}}{1\,000}\right]$$

Si plus d'une mesure est effectuée (M_d/M_{DIL}) ou (M_d/V_{DIL}) sont remplacés respectivement par $(M_d/M_{DIL})_{aver}$ ou $(M_d/V_{DIL})_{aver}$

$$DF = \frac{13{,}4}{concCO_2 + (concCO + concHC) \times 10^{-4}}$$

ou:

$$DF = 13{,}4/concCO_2$$

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:

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^{n} PT_{mass,i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i \times WF_i}$$

$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$

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.

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \times (G_{EDFW,i})}$$

ou:

$$WF_{E,i} = \frac{V_{SAM,i} \times (V_{EDFW})_{aver}}{V_{SAM} \times (V_{EDFW,i})}$$

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 3.6.1.

---

[1] Le débit massique des particules PT_{mass} doit être multiplié par K_p (facteur de correction de l'humidité pour les particules cité au point 1.4.1).

ANNEXE IV

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU CARBURANT DE RÉFÉRENCE PRESCRITES POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION ET LE CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

CARBURANT DE RÉFÉRENCE POUR ENGINS MOBILES NON ROUTIERS [1]

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)	minimum 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.

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 °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).

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. **Aux fins de la première réception d'un moteur sans post-traitement des gaz d'échappement à la demande du demandeur, une teneur minimale en soufre de 0,050 % mass 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 0,150 % mass) 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.

ANNEXE V

1. SYSTÈMES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

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.

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 pour la mesure des CO, NO_x et HC

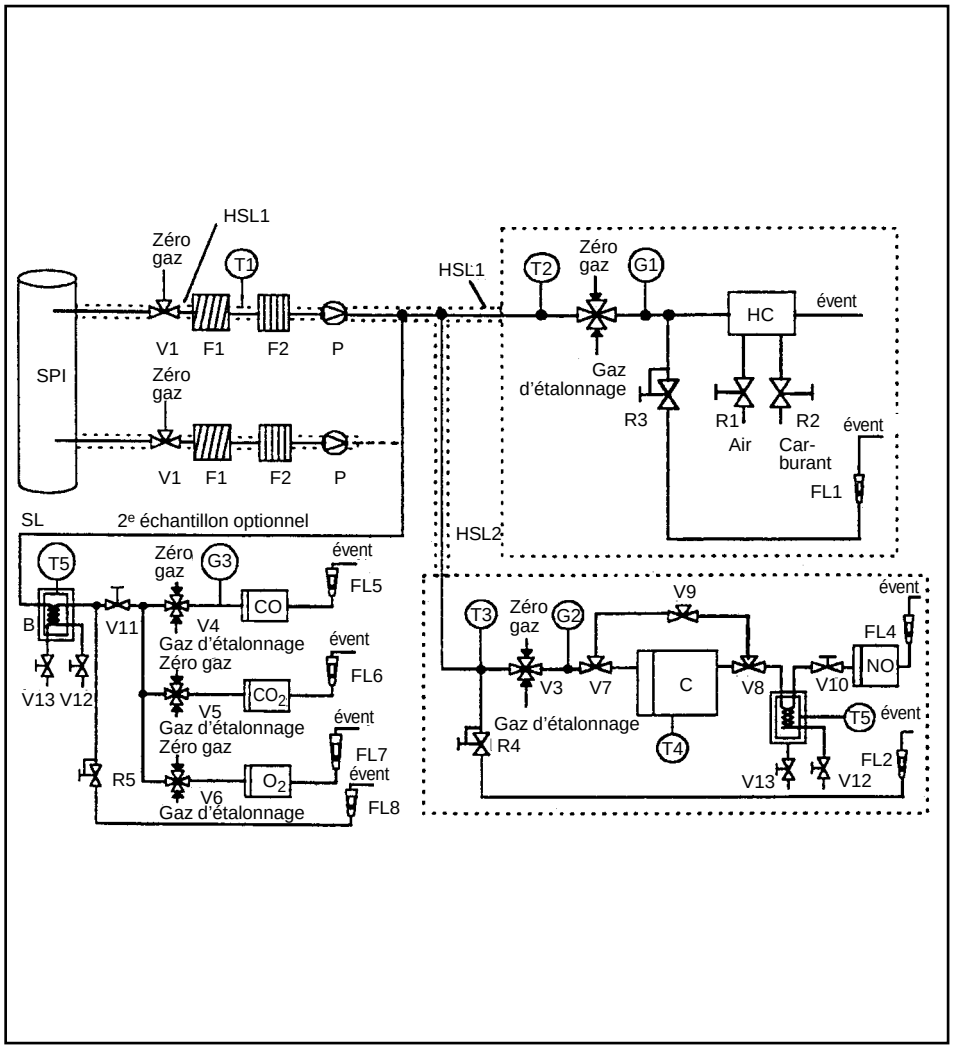
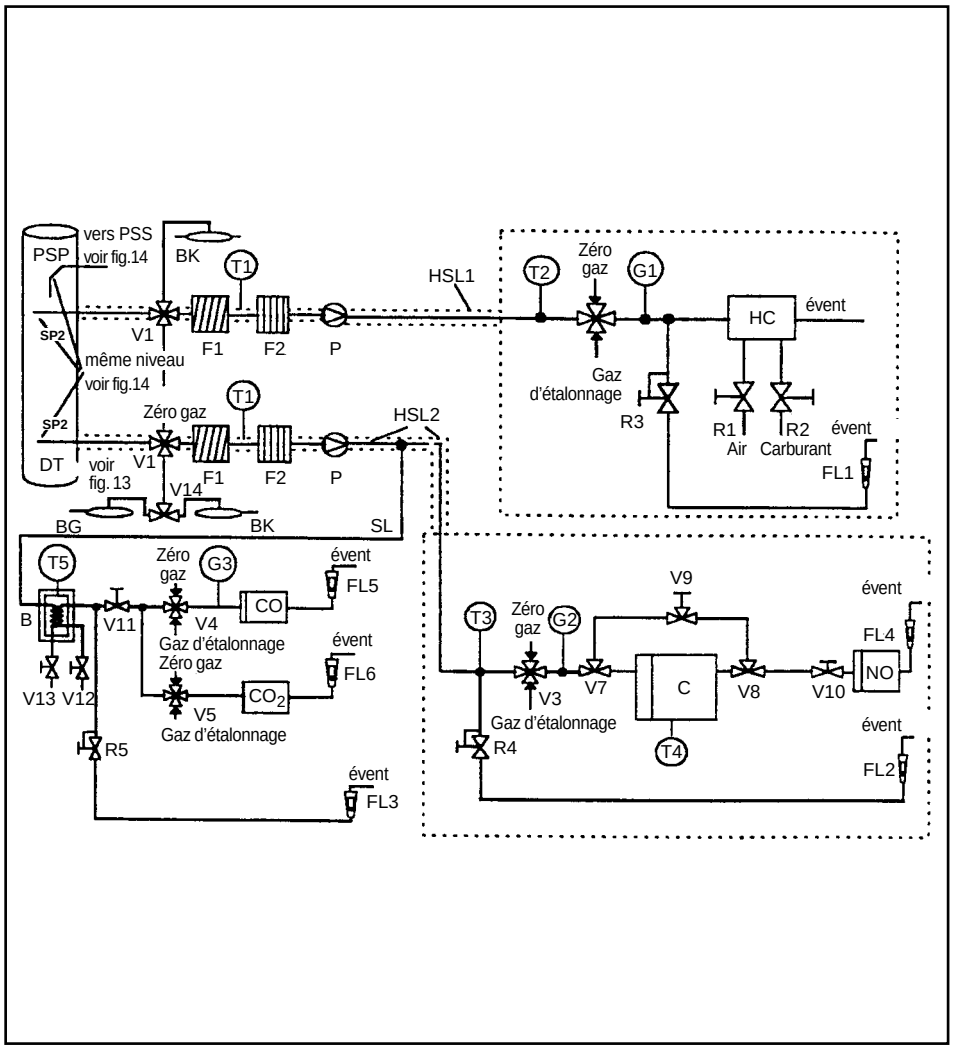


Figure 3

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement dilués pour la mesure des CO, CO_2, NO_x et HC



Descriptions — 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 devra 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 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 sera mesurée sur chacune des sections chauffées pouvant être contrôlées séparément,

— 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 sera en acier inoxydable ou en PTFE. Elle peut être chauffée ou non.

— *Sac de prélèvement pour particules de fond BK* (facultatif; figure 3 seulement)

Ce sac sert à mesurer les concentrations particulaires de fond.

— *Sac de prélèvement BG* (facultatif; figure 3, CO et CO_2 seulement)

Pour mesurer les concentrations d'échantillons.

— *Préfiltre chauffé F1* (facultatif)

La température sera la même que pour 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 sera la même que celle de la conduite HSL1. Le filtre sera changé selon les besoins.

— *Pompe de prélèvement chauffée P*

La pompe sera 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 devra 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 sera 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 3 points 1.9.1 et 1.9.2.

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 d'étalonnage, de l'air 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 l'échantillon ou le sac de prélèvement pour les concentrations de fond.

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.

1.2.1. *Système de dilution*

1.2.1.1. Système de dilution en circuit partiel (figures 4 à 12)

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 partiel,* la seconde, un *système d'échantillonnage fractionné.*

Le calcul du coefficient 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 coefficient 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 coefficient 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)

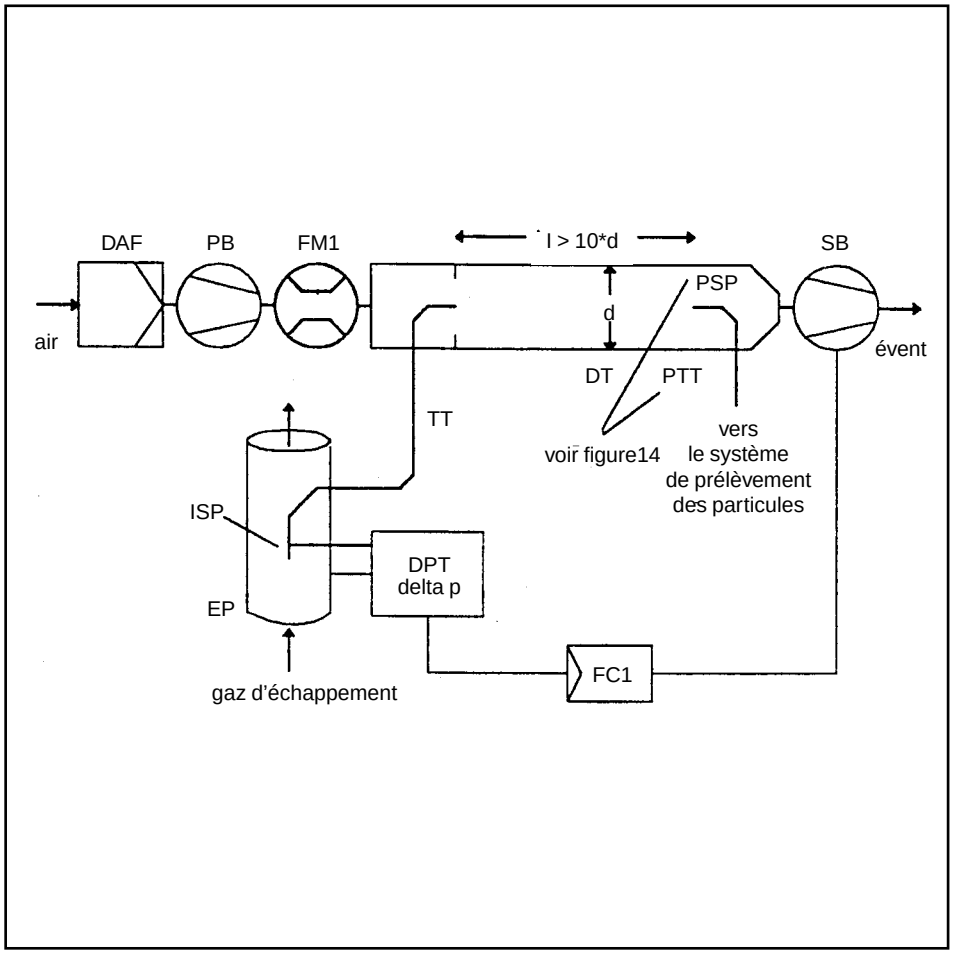
Avec ces systèmes, on prélève un échantillon de la masse totale des gaz en réglant le débit de l'air de dilution et le débit total des gaz dilués. Le coefficient de dilution est déterminé d'après la différence entre les deux débits. Cette méthode exige un étalonnage précis des débitmètres l'un par rapport à l'autre, l'importance relative des deux débits pouvant entraîner des erreurs considérables lorsque les coefficients de dilution sont élevés (figures 9 et suivantes). 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.

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

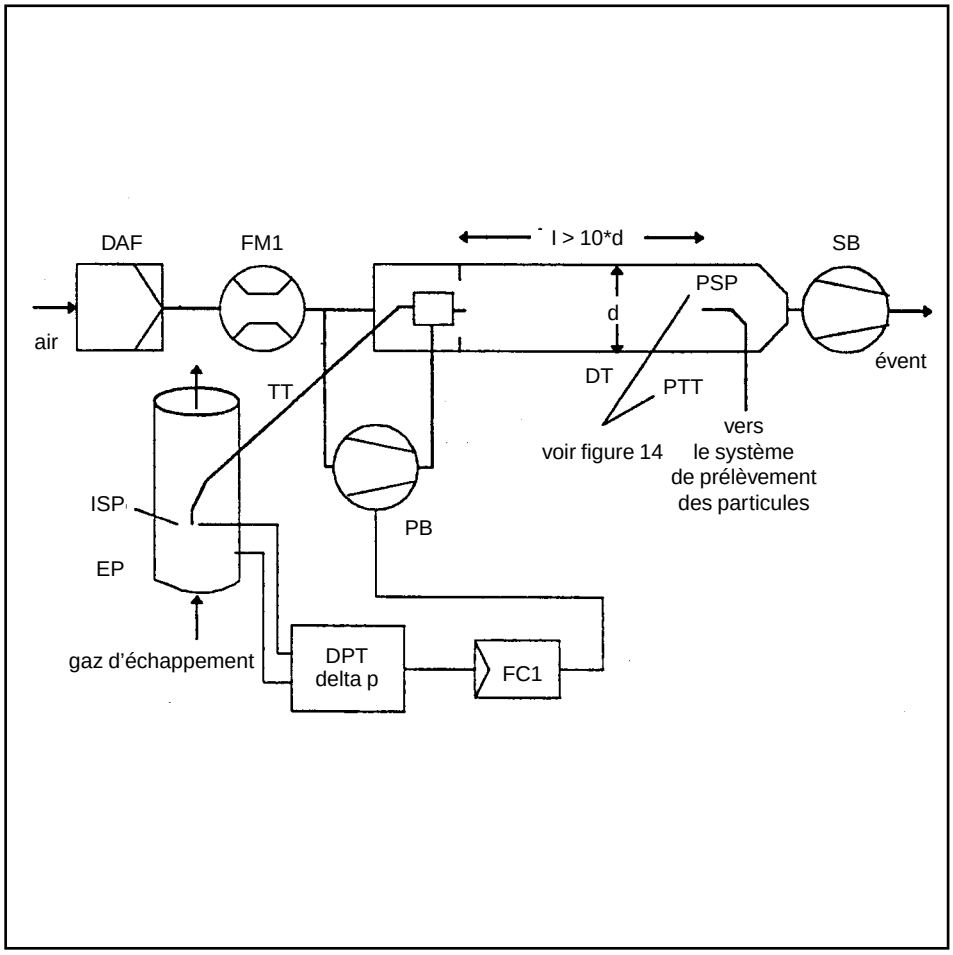
Système de dilution en circuit partiel avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (réglage par l'aspirateur)



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 coefficient de dilution est calculé d'après le débit de l'air de dilution et le coefficient de fractionnement.

Figure 5

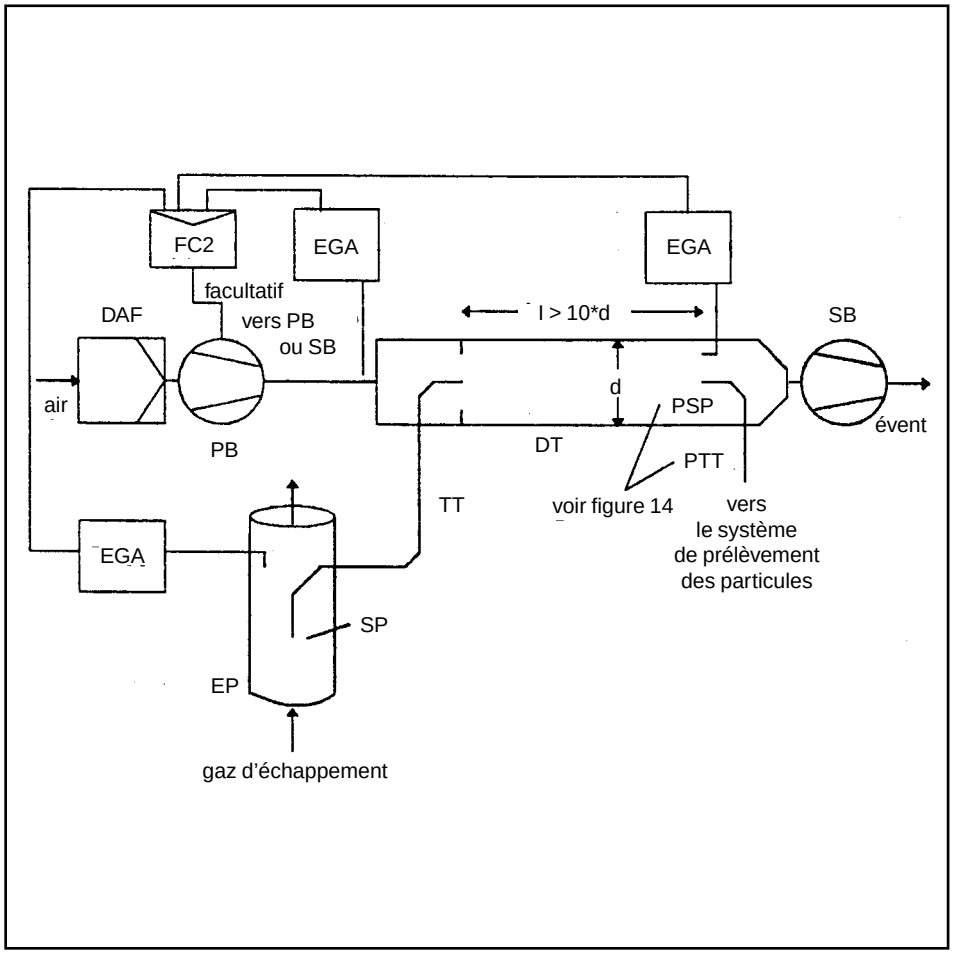
Système de dilution en circuit partiel avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (réglage par la soufflante)



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 PB, 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 coefficient de dilution est calculé d'après le débit de l'air de dilution et le coefficient de fractionnement.

Figure 6

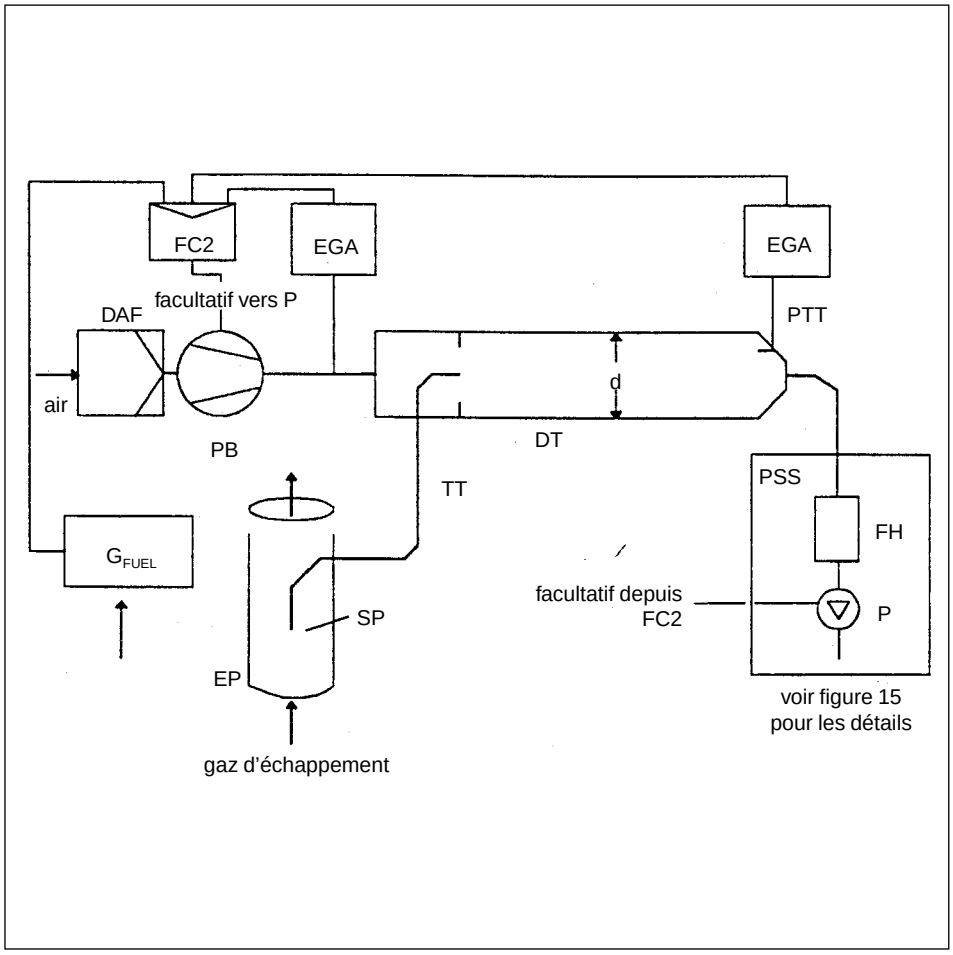
Système de dilution en circuit partiel avec mesure des concentrations de CO_2 ou des NO_x et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont tranférés 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 gaz marqueurs (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 coefficient de dilution souhaités. Le coefficient de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueurs dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution.

Figure 7

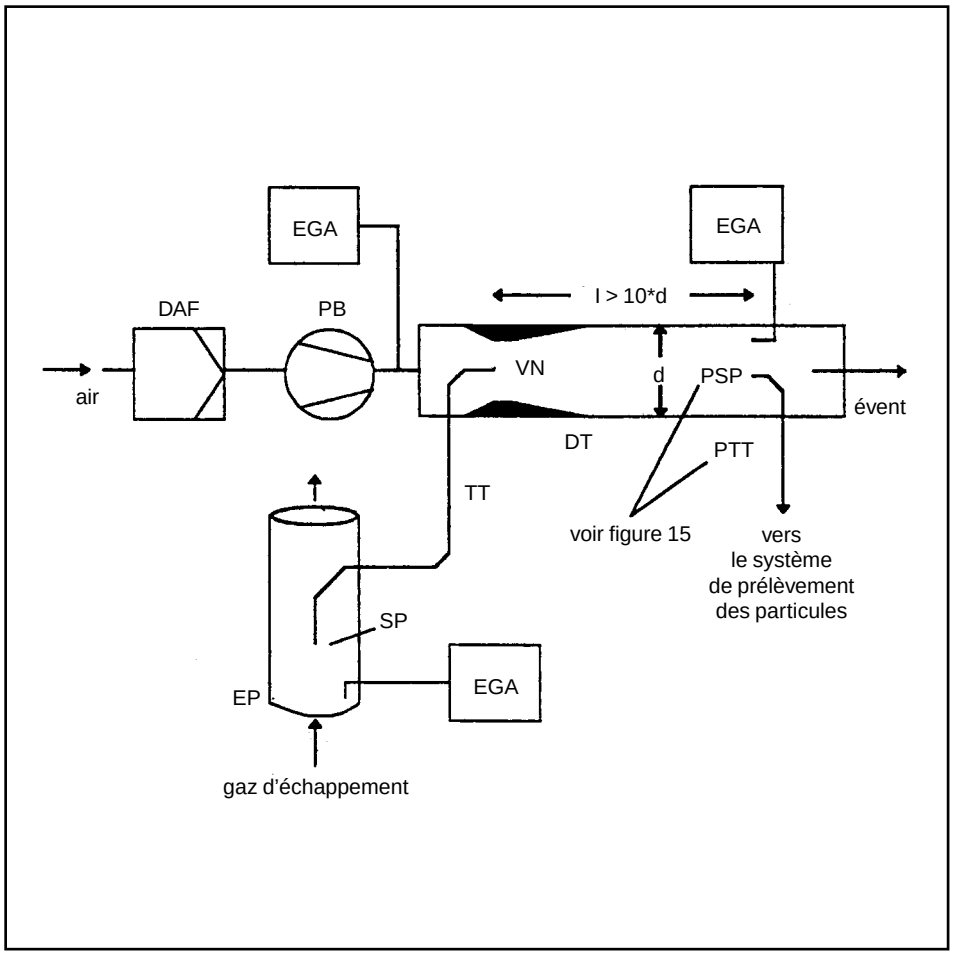
Système de dilution en circuit partiel avec mesure des concentrations de CO_2 et équivalence en carbone et échantillonnage total



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. 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 coefficient de dilution souhaités. Le coefficient 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

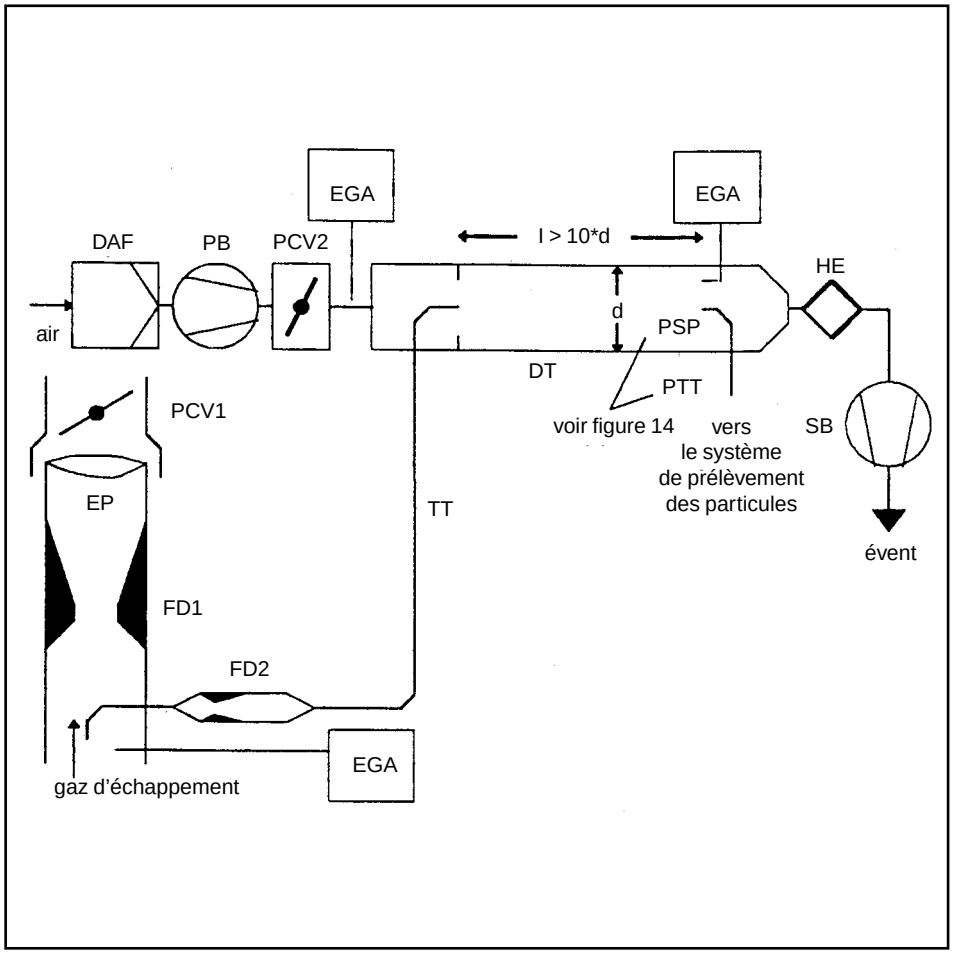
Système de dilution en circuit partiel avec tube Venturi simple, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné



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 marqueurs (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 coefficient de dilution est calculé d'après les valeurs ainsi obtenues.

Figure 9

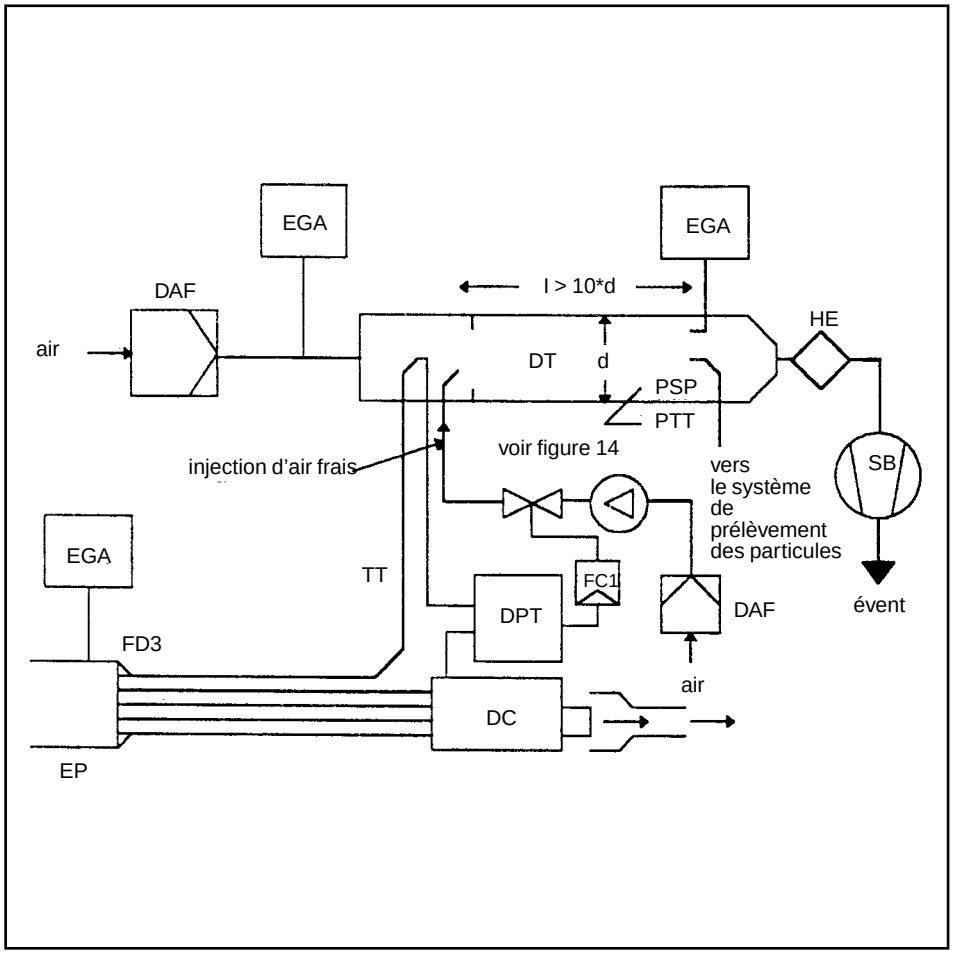
Système de dilution en circuit partiel avec Venturi double, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné



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 des gaz marqueurs (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 coefficient de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueurs.

Figure 10

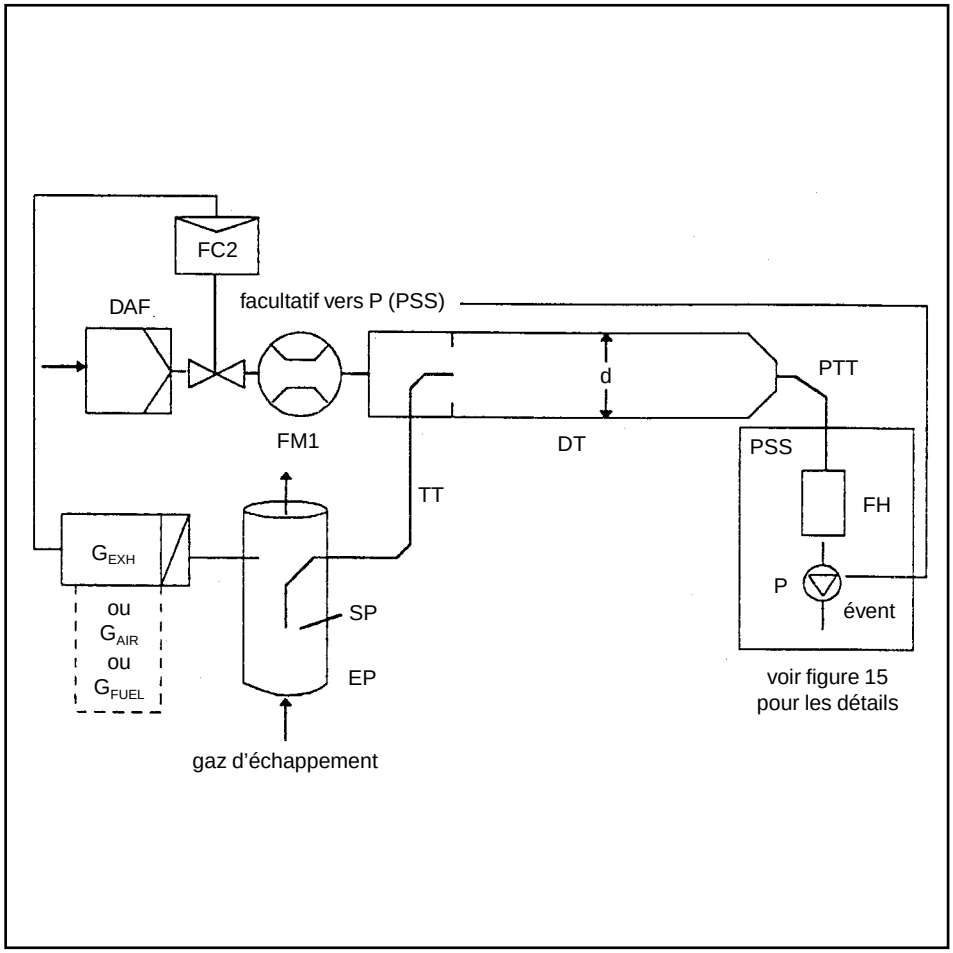
Système de dilution en circuit partiel avec séparation par tubes multiples, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné



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. Une différence de pression nulle s'obtient par injection d'air frais dans DT à la sortie de TT. Les concentrations des gaz marqueurs (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 coefficient de dilution est calculé d'après les concentrations de gaz marqueurs.

Figure 11

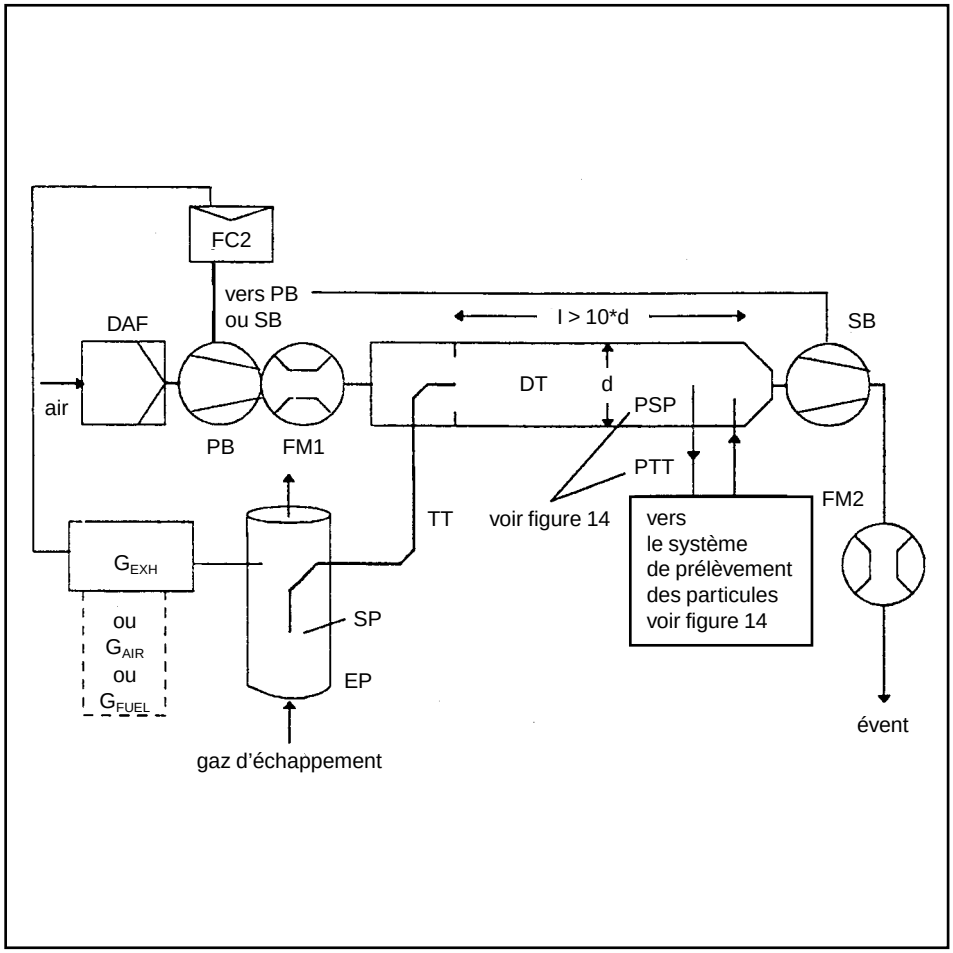
Système de dilution en circuit partiel avec réglage du débit et échantillonnage total



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 coefficient de dilution est calculé d'après ces deux débits.

Figure 12

Système de dilution en circuit partiel avec réglage du débit 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. 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 de 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 coefficient de dilution est calculé d'après ces deux débits.

Description — Figures 4 à 12

— *Tuyau d'échappement EP*

Le tuyau d'échappement peut être isolé. Pour réduire l'inertie thermique du tuyau, il est recommandé que le rapport de son épaisseur au diamètre soit de 0,015 au moins. L'utilisation de sections flexibles se limitera 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 posttraitement) 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 sera de 4 mm. Le rapport minimal entre le diamètre du tuyau d'échappement et celui de la sonde sera de 4. La sonde sera constituée d'un tube ouvert orienté en amont et situé sur l'axe médian du tuyau d'échappement, ou comprendra 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 sera 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 sera conçue de manière à fournir un prélèvement proportionnel des gaz d'échappement bruts. Le diamètre intérieur devra être d'au moins 12 mm.

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'humidiicateur 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 devra:

— être aussi court que possible, mais d'une longueur maximale de 5 mm,

— 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 devra 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 devra 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.

— *Transducteur à pression différentielle DPT* (figures 4, 5 et 10)

Le transducteur à pression différentielle devra 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 coefficient 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 coefficient effectif de dilution 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.

— *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 l'air de dilution et de l'épurer au charbon de bois afin d'en éliminer les concentrations d'hydrocarbures de fond. L'air de dilution devra être à la température de 298 K (25 °C) ± 5 K.

À la demande des constructeurs, l'air de dilution devra être analysé avec des techniques normalisées afin d'en déterminer les concentrations particulaires 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 10 fois le diamètre du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans le tunnel,

— 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,

— 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 d'échappement dans le tunnel,

— 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 devra 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 soit un système PDP, soit un système CFV.

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.

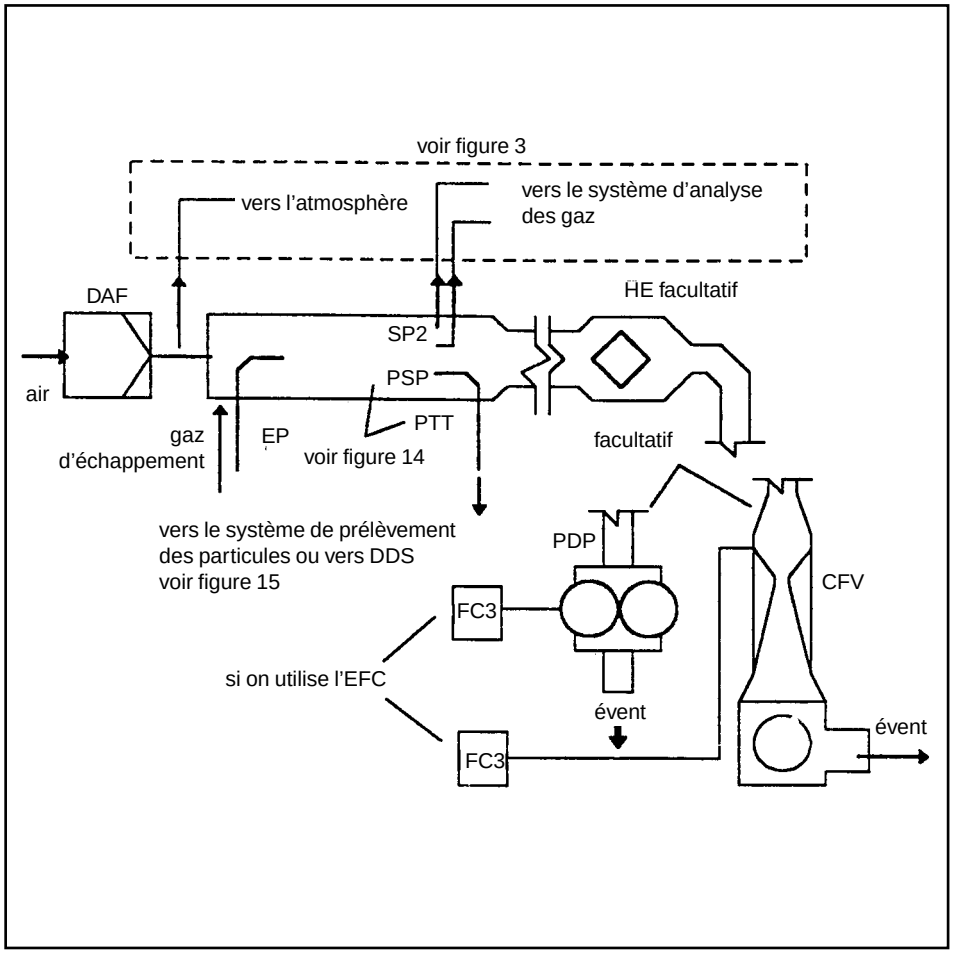
Description: figure 13

— *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 devra 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 soit avec une pompe à déplacement positif PDP ou avec un tube Venturi à débit critique CFV. 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 coefficient 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 dépassera pas ± 1,5 kPa de la pression statique mesurée en l'absence de CVS avec un régime du moteur et une charge identiques.

La température du mélange gazeux immédiatement en amont de la PDP doit être maintenue à ± 6 K de la température moyenne de fonctionnement observée au cours de l'essai, sans compensation du débit.

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 du moteur et une charge 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.

— *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 le 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.

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 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'en éliminer les concentrations d'hydrocarbures de fond. L'air de dilution doit être à une température de 298 K (25 °C) ± 5 K. À la demande des constructeurs, l'air de dilution peut être analysé avec des techniques normalisées afin d'en déterminer les concentrations particulaires 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 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.

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.

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 réduit à un minimum.

Description — 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 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 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,

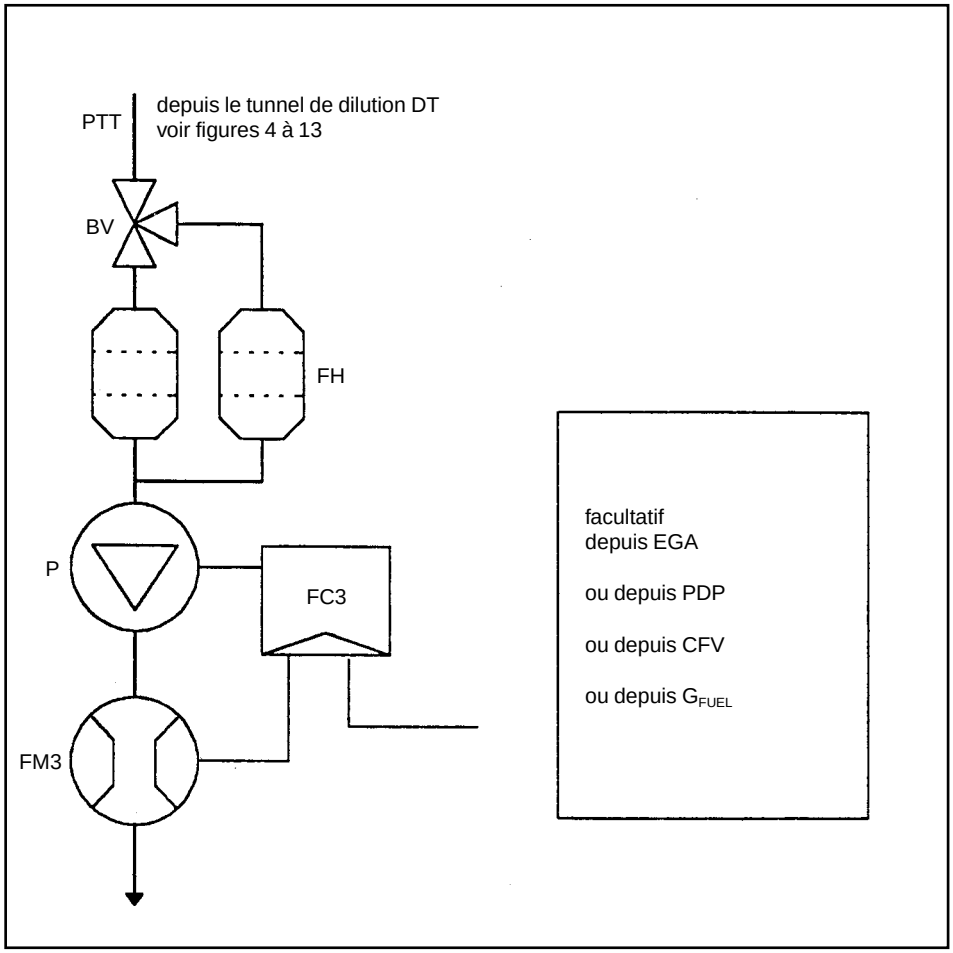
— doit avoir un diamètre intérieur minimal de 12 mm,

— peut être 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.

Figure 14:

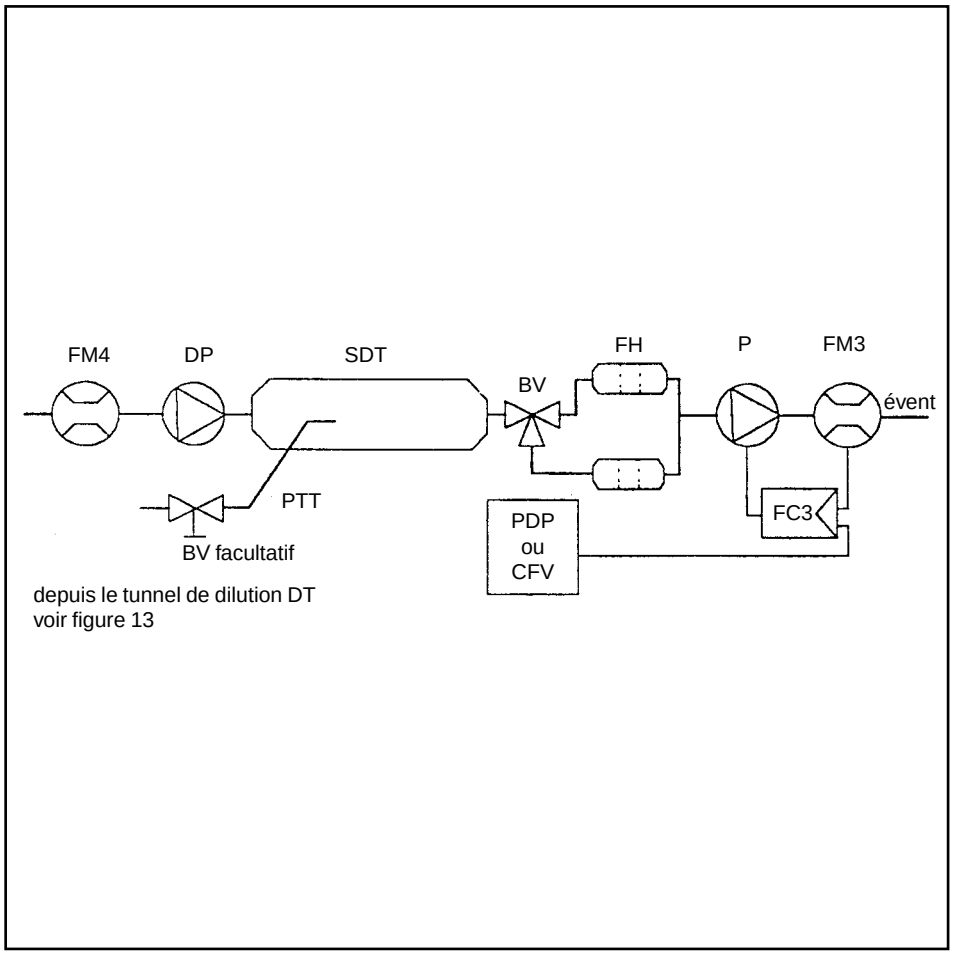
Système d'échantillonnage des particules



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.

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.

— *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 3 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 devra 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).

ANNEXE VI

(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.

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.

Appendice 1

RÉSULTATS DES ESSAIS

1. **Informations relatives à l'exécution des essais** [1]

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 aux différents régimes du moteur [1]	
Équipement	Intermédiaire	Nominal
Total		

[1] Ne doit pas excéder 10 % de la puissance mesurée lors des essais.

1.4. *Performances du moteur*

1.4.1. Régimes du moteur:

Ralenti: . . . . . rpm

Intermédiaire: . . . . . rpm

Nominal: . . . . . rpm

1.4.2. Puissance du moteur [2]

	Réglage de la puissance (kW) aux différents régimes du moteur	
Condition	Intermédiaire	Nominal
Puissance maximale mesurée lors des essais (P_M) (kW) (a)		
Puissance totale absorbée par l'équipement entraîné par le moteur suivant le point 1.3.2 du présent appendice ou suivant le point 2.8 de l'annexe III (P_{AE}) (kW) (b)		
Puissance nette du moteur telle qu'indiquée au point 2.4 de l'annexe I (kW) (c)		

c = a + b

[1] Dans le cas de plusieurs moteurs représentatifs, à remplir séparément pour chacun d'eux.
[2] Puissance non corrigée mesurée conformément aux prescriptions visées à l'annexe I point 2.4.

1.5. *Niveaux d'émissions*

1.5.1. Réglages du dynamomètre (kW)

	Réglages du dynamomètre (kW) aux différents régimes	
Pourcentage de charge	Intermédiaire	Nominal
10		
50		
75		
100		

1.5.2. Résultat des essais relatifs aux émissions sur 8 modes:

CO: ..... g/kWh

HC: ..... g/kWh

NO_x:..... g/kWh

Particules:..... g/kWh

1.5.3. Système d'échantillonnage utilisé pour les essais:

1.5.3.1. Émissions gazeuses [1]: .....

1.5.3.2. Particules [1]: .....

1.5.3.2.1. Méthode [2]: Filtre simple/filtres multiples

---

[1] Indiquer les chiffres définis à l'annexe V point 1.

[2] Biffer la mention inutile.

ANNEXE VII

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:

1	pour l'Allemagne	13	pour le Luxembourg
2	pour la France	17	pour la Finlande
3	pour l'Italie	18	pour le Danemark
4	pour les Pays-Bas	21	pour le Portugal
5	pour la Suède	23	pour la Grèce
6	pour la Belgique	IRL	pour l'Irlande
9	pour l'Espagne		
11	pour le Royaume-Uni		
12	pour l'Autriche		

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.

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

ANNEXE VIII

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.

ANNEXE IX

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.

ANNEXE X

FICHE TECHNIQUE DES MOTEURS RÉCEPTIONNÉS

Cachet de l'administration

				Description du moteur							Émissions (g/kWh)			
Numéro	Date de certification	Constructeur	Type/famille	Mode de refroidissement (1)	Nombre de cyclindres	Cylindrée (cm^3)	Puissance (kW)	Régime nominal (mn^{-1})	Combustion (2)	Post-traitement (3)	PT	NO_x	CO	HC

(1) Liquide ou air.
(2) Abréviations: DI pour injection directe, PC pour chambre de turbulence, NA pour moteur atmosphérique, TC pour moteur suralimenté, TCA pour moteur suralimenté avec refroidissement de l'air de suralimentation (exemples: DI NA, DI TC, DI TCA, PC NA, PC TC, PC TCA).
(3) Abréviations: CAT pour catalyseur, TP pour filtre à particules, EGR pour recirculation des gaz d'échappement.