



COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Bruxelles, le 5.9.2003
COM(2003) 522 final

2003/0205 (COD)

Proposition de

DIRECTIVE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

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

(Refonte)

(présentée par la Commission)

EXPOSÉ DES MOTIFS

1. OBJECTIF DE LA PROPOSITION

Conformément aux articles 4 à 7 de la directive 88/77/CEE du Conseil¹, modifiée par la directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil², la présente proposition a pour objectif de renforcer les exigences communautaires visant à limiter les émissions polluantes des nouveaux moteurs de poids lourds destinés à la propulsion des véhicules en introduisant:

- de nouvelles prescriptions techniques et procédures pour évaluer la durabilité des systèmes de contrôle des émissions des moteurs de poids lourds sur certaines périodes de la durée de vie définie;
- de nouvelles prescriptions techniques et procédures pour évaluer la conformité en service des systèmes de contrôle des émissions des moteurs de poids lourds sur une période définie de la durée de vie adaptée au véhicule équipé du moteur;
- de nouvelles prescriptions techniques pour les systèmes de diagnostic embarqués (OBD) destinés aux nouveaux poids lourds et moteurs de poids lourds.

Ces prescriptions sont actuellement définies par la directive 88/77/CEE, modifiée en dernier lieu par la directive 2001/27/CE de la Commission³.

La communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions intitulée "Mettre à jour et simplifier l'acquis communautaire"⁴ identifie, parmi les domaines prioritaires pour la simplification de la législation communautaire, le système de réception des véhicules à moteur. La modernisation de la directive 88/77/CEE figure expressément dans le programme de travail de la Commission.

La directive 88/77/CEE a fait l'objet de quatre modifications; la directive 91/542/CEE du Conseil du 1er octobre 1991⁵ et la directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil⁶ ont également introduit des dispositions qui, bien qu'étant autonomes, ont un lien étroit avec le système établi par la directive 88/77/CEE.

¹ JO L 36 du 9.2.1988, p. 33.

² JO L 44 du 16.2.2000, p. 1.

³ JO L 107 du 18.4.2001, p. 10.

⁴ COM(2003) 71 final du 11.2.2003.

⁵ JO L 295 du 25.10.1991, p. 1.

⁶ JO L 44 du 16.2.2000, p. 1.

Il y a donc lieu, à l'occasion de la présente modification, d'améliorer la lisibilité de la directive 88/77/CEE en procédant à sa refonte, à un moment où la Communauté européenne s'apprête à accueillir de nouveaux membres et où un important accord mondial⁷ concernant l'établissement de règlements techniques internationaux a été conclu à Genève.

La directive 88/77/CEE sera par conséquent abrogée par la présente directive.

Les annexes existantes figurant dans la directive 88/77/CEE et les modifications nécessaires à l'introduction des nouvelles prescriptions techniques décrites ci-dessus font donc l'objet d'une refonte conformément à l'accord interinstitutionnel du 28 novembre 2001 pour un recours plus structuré à la technique de la refonte des actes juridiques⁸, conclu entre le Parlement européen, le Conseil et la Commission.

2. NOUVELLE APPROCHE LEGISLATIVE

2.1. Approche à deux niveaux

Traditionnellement, les propositions de directives dans le domaine de la construction et de la réception de véhicules à moteur, faites conformément à l'article 251 du traité, fixent non seulement les dispositions fondamentales, mais établissent également de manière très détaillée les spécifications techniques applicables aux véhicules à moteur. Le Parlement européen et le Conseil ont donc dû examiner des projets d'actes législatifs plus volumineux et techniquement plus complexes que si ces détails techniques avaient été omis.

La présente proposition a une structure différente de celle des directives existantes concernant la réception des véhicules à moteur. Elle vise à améliorer l'efficacité du processus de décision et à simplifier la législation proposée, de manière à permettre au Parlement européen et au Conseil de se concentrer davantage sur les orientations et le contenu politiques, tout en laissant à la Commission le soin d'adopter les prescriptions appropriées en vue de mettre en œuvre ces orientations et ce contenu politiques.

À cet effet, la présente proposition suit une "approche à deux niveaux", dans le cadre de laquelle les processus d'élaboration et d'adoption de la législation suivront deux voies distinctes, mais parallèles:

- d'une part, les dispositions fondamentales seront définies par le Parlement européen et le Conseil dans une directive fondée sur l'article 251 du traité et adoptée selon la procédure de codécision (dénommée ci-après "proposition relevant de la codécision");

⁷ Accord concernant l'établissement de règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues du 25.6.1998.

⁸ JO C 77 du 28.3.2002, p. 1.

- d'autre part, les spécifications techniques mettant en application les dispositions fondamentales seront fixées dans une directive adoptée par la Commission avec le soutien d'un comité de réglementation (dénommée ci-après "proposition relevant de la comitologie").

La délégation de pouvoirs exécutifs à la Commission pour l'adaptation au progrès technique des directives dans le domaine de la réception des véhicules à moteur est prévue à l'article 13 de la directive-cadre 70/156/CEE relative à la réception des véhicules⁹, modifiée par la directive 92/53/CEE¹⁰. La présente directive vise, à l'article 6, la procédure prévue à l'article 13 de la directive-cadre pour l'adoption par la Commission de mesures d'exécution ainsi que l'adaptation de mesures existantes au progrès technique.

En conséquence, il convient de noter que, aux fins de la présente proposition et des propositions à venir, toute prescription qui, selon l'avis de la Commission, a un effet direct sur les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant d'un moteur sera toujours énoncée dans une proposition relevant de la codécision soumise aux co-législateurs.

3. RAPPEL HISTORIQUE

La directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil prévoit l'introduction, en trois étapes, de valeurs limites d'émissions pour les nouveaux moteurs de poids lourds destinés à la propulsion de véhicules, qui doivent être utilisées pour trois nouveaux cycles d'essai. Le cycle ESC (European Steady [state] Cycle – cycle d'essai en régimes stabilisés), le cycle ELR (European Load Response [test] – cycle d'essai avec prises en charges) et le cycle ETC (European Transient Cycle – cycle d'essai avec modes transitoires) sont les cycles d'essai applicables pour mesurer les émissions de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures totaux (HCT), d'oxydes d'azote (NO_x) et de particules (PT), ainsi que l'opacité des fumées. Les hydrocarbures non méthaniques (NMHC) sont également mesurés lors de l'essai ETC (en revanche, la même valeur limite de NMHC peut être utilisée pour les hydrocarbures totaux); le méthane (CH₄) est aussi mesuré dans le cas des moteurs à gaz.

Les valeurs limites d'émissions des deux premières étapes, souvent désignées par les termes "Euro 3" et "Euro 4", s'appliquent aux *nouveaux types* de moteurs de poids lourds à partir d'octobre 2000 et d'octobre 2005 et à *tous les types* de moteurs de poids lourds à partir d'octobre 2001 et d'octobre 2006. Un troisième niveau de normes, qui se caractérise par une limitation accrue des seules émissions d'oxydes d'azote (NO_x) (les autres limites d'émissions étant reprises d'"Euro 4") et est désigné par l'appellation "Euro 5", s'appliquera à *tous les types* de moteurs de poids lourds à partir d'octobre 2009. Toutefois, l'article 7 de la directive 1999/96/CE dispose que les limites "Euro 5" doivent être confirmées par la Commission [avant la fin 2002].

Les articles 4 à 7 de la directive 1999/96/CE imposent à la Commission de faire des propositions sur un certain nombre de questions techniques:

⁹ JO L 42 du 23.2.1970, p. 1.

¹⁰ JO L 225 du 10.8.1992, p. 1.

article 4: dispositions relatives à l'installation de systèmes de diagnostic embarqués (OBD);

article 5: dispositions visant à garantir la durabilité de l'équipement antipollution des moteurs de poids lourd;

article 6: dispositions visant à garantir la conformité en service de l'équipement antipollution des moteurs de poids lourd.

En outre, l'article 7 demande à la Commission de prendre en considération un certain nombre d'éléments pertinents:

- la procédure d'examen précisée à l'article 3 de la directive 98/69/CE et à l'article 9 de la directive 98/70/CE;
- l'évolution des techniques de contrôle des émissions des moteurs à allumage par compression et des moteurs à gaz, compte tenu des liens réciproques entre lesdites techniques et la qualité des carburants;
- la nécessité d'améliorer la précision et la répétabilité des procédures actuelles de mesure et d'échantillonnage des émissions très faibles de particules provenant des moteurs;
- les progrès réalisés à l'échelle mondiale en matière d'harmonisation d'un cycle d'essai destiné aux essais de réception;
- des valeurs limites appropriées pour les polluants qui ne sont pas réglementés pour le moment du fait de l'introduction généralisée de nouveaux carburants de substitution.

Comme indiqué ci-dessus, la Commission doit confirmer la limite des émissions de NO_x fixée à 2,0 g/kWh, qui sera obligatoire à partir du 1er octobre 2008 (Euro 5) pour toutes les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2009 pour tous les poids lourds et moteurs de poids lourds neufs.

À ce moment, la Commission présentera également un rapport sur les progrès réalisés en matière de mise au point d'un cycle d'essai harmonisé au niveau mondial destiné aux essais de réception des moteurs de poids lourds et, s'il y a lieu, joindra à ce rapport une proposition visant à l'introduction de ce cycle d'essai harmonisé dans un délai approprié.

L'article 7 de la directive 1999/96/CE dispose également que la Commission doit présenter des propositions pour les polluants qui jusqu'à présent ne sont pas réglementés du fait de l'introduction généralisée de "nouveaux" carburants de substitution. Même si la directive 1999/96/CE a établi des limites d'émissions spécifiques pour les poids lourds ou moteurs de poids lourds fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et si la directive 2001/27/CE contient des dispositions techniques permettant la réception de poids lourds ou de moteurs de poids lourds fonctionnant à l'éthanol, on ne peut guère parler d'introduction généralisée de produits susceptibles d'être qualifiés de "nouveaux" carburants de substitution.

Au total, moins de 1000 moteurs fonctionnant avec des carburants de substitution ont été produits en 2000 dans l'Union européenne, la majeure partie de ceux-ci étant des moteurs au gaz naturel destinés à équiper des autobus. Cela représente moins de 3 % de la production européenne d'autobus et 0,02 % de la production combinée de poids lourds et d'autobus. Plusieurs constructeurs projettent de faire certifier leurs futurs moteurs utilisant des carburants de substitution comme "véhicules plus respectueux de l'environnement" (Enhanced Environmentally [friendly] Vehicles – EEV). D'ici à 2005, aucun grand constructeur européen de poids lourds ne devrait produire de véhicules fonctionnant à l'éthanol. La production actuelle est seulement d'environ 25 unités par an.

L'examen des limites d'émissions de NO_x pour 2008, prévu à l'article 7 de la directive 1999/96/CE, portera largement sur la question des polluants qui ne sont pas réglementés du fait de la mise en place de nouveaux systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement en vue de satisfaire aux normes en matière d'émissions fixées pour 2008.

Par conséquent, la présente proposition n'introduit pas de limites d'émissions pour les polluants qui ne sont jusqu'à présent pas réglementés. Néanmoins, comme indiqué à l'article 7 de la présente proposition, la Commission examinera la nécessité d'établir de nouvelles valeurs limites d'émissions pour les polluants jusqu'à présent non réglementés du fait d'une utilisation plus importante de nouveaux carburants de substitution et de la mise en place de nouveaux systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement afin de satisfaire aux futures normes prévues par la directive 88/77/CEE.

Cet examen tiendra compte également de la mise en œuvre des mesures concernant le secteur du transport qui pourront être élaborées par le groupe de contact de la Commission sur les carburants de substitution¹¹.

4. CONTENU DE LA PROPOSITION

4.1. Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil

La proposition relevant de la codécision sera une version refondue de la directive 88/77/CEE, conformément à l'accord interinstitutionnel visé au point 1, et contiendra, en outre, les nouvelles dispositions fondamentales prévues dans le cadre de l'approche à deux niveaux. Elle comportera les éléments suivants:

4.1.1. Définitions - Article premier

Les définitions sont identiques à celles de la directive 1999/96/CE, modifiée en dernier lieu par la directive 2001/27/CE.

¹¹ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social et au Comité des régions concernant les carburants de substitution pour les transports routiers et une série de mesures visant à promouvoir l'utilisation des biocarburants (COM(2001) 547 final du 7.11.2001.)

4.1.2. *Obligations des États membres - Article 2*

L'article 2 de la proposition modifie les dates d'application des actuelles exigences juridiques concernant les moteurs à allumage par compression et les moteurs à gaz, ainsi que les véhicules propulsés par des moteurs à allumage par compression et des moteurs à gaz. Les mesures définies dans la directive 1999/96/CE, qui sont applicables depuis le 1er octobre 2000 et le 1er octobre 2001, sont désormais en vigueur et, par conséquent, seules les mesures (sans les dates) sont reprises aux paragraphes 1, 2 et 3 de l'article 2.

Pour ce qui est des moteurs à gaz, l'application des limites d'émission Euro 3 figurant dans les tableaux du point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE (modifiée par la directive 1999/96/CE) a été fixée à l'article 2, paragraphe 2, de cette dernière directive pour les nouvelles réceptions (1er octobre 2000) et à l'article 2, paragraphe 3, pour toutes les réceptions (1er octobre 2001).

La directive 2001/27/CE a introduit par la suite des modifications aux annexes techniques de la directive 88/77/CEE en ce qui concerne les moteurs à gaz; celles-ci prennent effet pour toutes les réceptions de moteurs à gaz à compter du 1er octobre 2003. Jusqu'à cette date, la réception d'un moteur à gaz effectuée conformément à la directive précédente (1999/96/CE) restera applicable. Les constructeurs de moteurs à gaz se conforment dès à présent aux nouvelles prescriptions techniques établies dans la directive 2001/27/CE pour les nouvelles réceptions, afin de ne pas avoir à soumettre leurs produits à une nouvelle réception lorsque les exigences de la directive 2001/27/CE pour les moteurs à gaz deviendront applicables le 1er octobre 2003.

Les réceptions existantes ne perdront pas leur validité avec l'abrogation des directives 88/77/CEE, 91/542/CE et 1999/96/CE résultant de la présente refonte (voir article 9 et annexe XIII – tableau de correspondance – de la proposition).

4.1.3. *Durabilité des systèmes de contrôle des émissions - Article 3*

Actuellement, la directive 88/77/CEE ne contient pas d'exigences relatives à la durabilité des moteurs de poids lourds. Le moteur de poids lourd est en soi fiable et conserve, lorsqu'il est correctement entretenu, son niveau d'émissions sur des périodes d'utilisation extrêmement longues. Toutefois, le respect des futures normes plus strictes en matière d'émissions, fixées par la directive 1999/96/CE, nécessitera l'usage généralisé de techniques de post-traitement des gaz d'échappement.

La recirculation des gaz d'échappement (EGR) et/ou la réduction catalytique sélective (SCR), combinée à un filtre à particules diesel (DPF), un catalyseur d'oxydation diesel et éventuellement un système de turbocompression amélioré, devraient devenir des solutions courantes pour respecter les limites d'émissions Euro 4. Certains moteurs peuvent répondre aux exigences en recourant uniquement à la SCR.

La SCR devrait être utilisée par tous les constructeurs pour respecter les valeurs limites d'émissions Euro 5; elle devrait être associée à un filtre à particules diesel et un catalyseur d'oxydation diesel, mais certains moteurs peuvent satisfaire aux exigences en utilisant uniquement la SCR.

L'utilisation de la SCR offre, parmi de nombreux critères, des gains en termes de rendement du carburant par rapport à d'autres options, telles que la formule EGR + DPF, mais cette dernière permet de convertir efficacement les émissions de NO_x sans employer de réactif chimique. Il semble que la plupart des fabricants de moteurs de poids lourds n'aient pas encore choisi la technologie qu'ils appliqueront pour respecter la norme Euro 4; la question de la teneur en soufre du gazole constitue également un élément important. Peut-être d'autres solutions techniques plus efficaces seront-elles développées avec le temps. Toutefois, à l'heure actuelle, il semble que les solutions susmentionnées seront mises en œuvre dans différents types de cycles de service des véhicules au moins pour la phase Euro 4. L'option EGR + DPF se prête peut-être davantage à une utilisation sur des véhicules urbains, alors qu'une solution faisant appel à la SCR convient mieux aux transports à longue distance.

Il est clair qu'à l'avenir le niveau d'émissions du moteur dépendra dans une large mesure du système de post-traitement. En conséquence, des règles d'évaluation de la durabilité du système de contrôle des émissions devraient être intégrées dans la directive 88/77/CEE.

Dans ce contexte, la Commission propose que la durée de vie ou durabilité des moteurs destinés à des véhicules des catégories N₁, N₂, N₃, M₂ et M₃ soit établie de la manière suivante, la notion de "durée de vie" étant définie comme la distance et/ou la période dans les limites de laquelle le respect des valeurs applicables en matière d'émissions de gaz, de particules et de fumées doit être assuré à titre d'exigence à remplir dans le cadre de la réception d'un type de moteur particulier:

- Pour les moteurs destinés à des véhicules de la catégorie N₁, la durée de vie est fixée à 100 000 km ou cinq ans, au premier de ces deux termes échu.

Les directives 88/77/CEE et 70/220/CEE permettent que la réception des véhicules de la catégorie N₁ se déroule conformément à l'une ou à l'autre directive. C'est pourquoi la durée de vie des moteurs destinés aux véhicules de la catégorie N₁ devrait coïncider avec celle qui est prévue par la directive 70/220/CEE, modifiée par la directive 98/69/CE. Dans le cas de la directive 70/220/CEE, la durée de vie de 100 000 km ou 5 ans d'utilisation, au premier de ces deux termes échu, est applicable à partir du 1er janvier 2005.

- Pour les moteurs destinés à des véhicules des catégories N₂ et M₂, la durée de vie est fixée à 200 000 km ou six ans, au premier de ces deux termes échu.
- Pour les moteurs destinés à des véhicules des catégories N₃ et M₃, la durée de vie est fixée à 500 000 km ou sept ans, au premier de ces deux termes échu.

L'obligation de démontrer le respect des émissions sur la durée de vie applicable prendra effet le 1er octobre 2005 pour les nouvelles réceptions et le 1er octobre 2006 pour toutes les réceptions.

Au fil des ans, les constructeurs ont considérablement amélioré la durabilité mécanique des moteurs de poids lourds, de sorte que ceux-ci peuvent être utilisés des milliers d'heures ou parcourir des centaines de milliers de kilomètres avant de devoir être renouvelés. En outre, la distance annuelle parcourue, en particulier par les poids lourds les plus puissants ou par les véhicules utilitaires assurant des transports à longue distance, a fortement augmenté et ces véhicules atteignent donc plus rapidement des kilométrages élevés. Les manuels d'entretien fournis par les constructeurs précisent qu'un moteur de poids lourd assurant des transports à longue distance devrait faire l'objet d'un grand entretien tous les 250 000 à 450 000 km (toutes les 10 000 à 18 000 heures d'utilisation). Les véhicules dont les cycles de service sont différents ont généralement des intervalles différents entre les entretiens. Les objectifs internes en matière de développement de la fiabilité des moteurs approchent maintenant 1 million de kilomètres.

Même si elle pourrait peut-être justifier une durée de vie extrêmement longue en se basant sur la période durant laquelle les moteurs actuels fonctionnent sans être renouvelés, la Commission estime qu'il est préférable de fixer des durées de vie un peu plus courtes. En 2005 et en 2008, les fabricants de moteurs devront respecter de nouvelles normes d'émissions qui rendront très courant le recours à des systèmes de post-traitement des émissions pour presque tous les moteurs destinés à être utilisés sur la route. Des durées de vie extrêmement longues pourraient compromettre la faisabilité des futures normes et limiter le nombre de solutions techniques de post-traitement potentielles susceptibles de présenter d'autres avantages tels qu'une faible augmentation de la consommation de carburant ou même une économie de carburant (par rapport aux moteurs satisfaisant aux normes Euro 3). Au stade actuel, la Commission n'estime pas nécessaire de revoir ou de modifier ultérieurement les distances associées à la durée de vie proposées ici.

Le fait que la durée de vie prévue est écoulee ne signifie évidemment pas que le niveau des émissions du véhicule en service n'est plus satisfaisant; ainsi l'installation d'un système OBD (tel que décrit au point 4.1.5) et l'amélioration des contrôles techniques annuels contribueront à garantir que les systèmes de contrôle des émissions continueront à fonctionner correctement, même lorsqu'un véhicule sera utilisé par son deuxième, troisième ou énième propriétaire.

Tous les moteurs de poids lourds ne sont pas destinés à des véhicules utilitaires effectuant des transports à longue distance et totalisant très rapidement de nombreux kilomètres. Des moteurs de poids lourds équipent un grand nombre de types différents de véhicules qui sont utilisés uniquement en agglomération (les véhicules de ramassage des ordures et certains types d'autobus, par exemple). Ces véhicules accumulent les kilomètres à un rythme nettement moins élevé que les véhicules utilitaires effectuant des transports à longue distance. C'est ainsi, par exemple, que l'on relève une vitesse moyenne de 22,9 km/h (arrêts compris) dans le cycle de conduite urbaine de Brunswick, qui simule la conduite des autobus en ville¹², et que les statistiques de la Commission¹³ montrent que les autobus urbains parcourent une distance moyenne d'environ 47 000 km par an.

¹² AB Svensk Bilprovning Motortestcenter, rapport 9707, 1997.

¹³ EU Transport in Figures, 2000.

Compte tenu de la lenteur avec laquelle ces véhicules accumulent les kilomètres, il pourrait être excessif de prévoir uniquement une durée de vie de 500 000 km. Cependant, une durée de vie de sept ans semblerait appropriée dans ce cas. Pour ces utilisations urbaines, le cycle de service consisterait en un fonctionnement répété du moteur pendant la quasi-totalité de son utilisation quotidienne, avec également une courbe de température relativement basse susceptible d'inhiber une régénération adéquate pour un filtre à particules diesel ou un dispositif de dénitrification.

Il convient, par conséquent, d'englober les véhicules qui accumulent lentement des kilomètres dans le critère des "500 000 km ou sept ans d'utilisation, au premier de ces deux termes échu".

Si les mesures techniques qui doivent être adoptées selon la procédure de comitologie afin de mettre en œuvre les dispositions fondamentales fixées pour la durabilité ne sont prises qu'après la date d'adoption de la présente directive relevant de la codécision (la date du 30 juin est proposée à l'article 3 pour l'adoption des mesures techniques selon la procédure de comitologie), la date de transposition indiquée à l'article 8, paragraphe 1, et la date d'application indiquée à l'article 8, paragraphe 1, deuxième alinéa, devront être alignées sur celles de la directive relevant de la comitologie. Il est essentiel que les deux directives soient appliquées simultanément par les États membres.

4.1.4. Systèmes de diagnostic embarqués (OBD) - Article 4

Les prescriptions techniques relatives aux systèmes OBD concernant les véhicules de moyen tonnage sont applicables aujourd'hui par le biais de spécifications fixées dans les prescriptions fédérales des États-Unis, mais uniquement pour les véhicules ayant un poids total autorisé en charge de 14 000 livres (6 363 kg). Il n'existe pas de prescriptions relatives aux systèmes OBD pour ce que l'on considère comme les poids lourds de gros tonnage, c'est-à-dire les véhicules ayant un poids total autorisé en charge de 40 tonnes et plus.

En Europe, le respect des émissions au moment de la réception est évalué en testant uniquement le moteur (sans les organes auxiliaires et sans la boîte de vitesses), alors que, dans la pratique, les fonctions d'un système OBD doivent s'appliquer à l'ensemble du véhicule. La Commission juge prématuré d'imposer un concept global de système OBD pour poids lourds en vue du contrôle des émissions à partir de 2005 en raison des questions qui restent à régler en ce qui concerne la mise au point et les performances des capteurs des dispositifs de post-traitement des émissions, en particulier des capteurs de NO_x et d'ammoniac des dispositifs de dénitrification et des capteurs de particules (si l'on dispose un jour de tels capteurs) des filtres à particules diesel. Il est dès lors proposé de régler la question des systèmes OBD pour poids lourds et moteurs de poids lourds en deux étapes, de manière à permettre la mise au point de ces systèmes.

Première phase pour les OBD:

La première phase concerne les nouveaux moteurs à allumage par compression présentés à la réception et respectant les valeurs limites d'émissions fixées à la ligne B1 du tableau figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive. Les prescriptions en matière d'OBD s'appliquent par conséquent à partir du 1er octobre 2005 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2006 pour

toutes les réceptions. La première phase concerne également, à partir des mêmes dates, les nouveaux moteurs à allumage par compression présentés à la réception et respectant les valeurs limites facultatives fixées pour les véhicules EEV données à la ligne C du tableau figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive.

Pour la première phase, il est proposé que le système OBD contrôle le fonctionnement du moteur au regard des seuils fixés, comme c'est le cas pour le système OBD pour moteur diesel prévu par la directive 70/220/CEE. En outre, tout système de post-traitement des émissions installé en aval du moteur devra faire l'objet d'un contrôle destiné à détecter toute défaillance de fonctionnement importante. Imposer un contrôle du système de post-traitement des émissions limité aux défaillances de fonctionnement importantes repose sur le postulat que la technologie des capteurs nécessaire pour contrôler les performances en matière d'émissions excessives ne sera pas tout à fait au point pour une utilisation industrielle en 2005. Dans le cadre de la procédure de réception, le constructeur sera tenu de fournir au service technique ou à l'autorité chargée de la réception une analyse des défaillances potentielles du système de contrôle des émissions qui peuvent avoir une incidence sur les émissions.

Deuxième phase pour les OBD:

La deuxième phase concerne les nouveaux moteurs à allumage par compression et les moteurs à gaz présentés à la réception et respectant les valeurs limites d'émission fixées à la ligne B2 du tableau du point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive. Les exigences en matière d'OBD s'appliquent par conséquent à partir du 1er octobre 2008 pour les nouvelles réceptions et à partir du 1er octobre 2009 pour toutes les réceptions. La deuxième étape concerne également, à partir des mêmes dates, les nouveaux moteurs à allumage par compression et les moteurs à gaz présentés à la réception et respectant les valeurs limites facultatives fixées pour les véhicules EEV données à la ligne C du tableau du point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive.

Durant la deuxième phase, cependant, le système OBD devrait contrôler le fonctionnement du moteur et du système de post-traitement des gaz d'échappement installé en aval du moteur au regard des seuils fixés. Conformément au droit d'initiative de la Commission, les seuils applicables au système OBD à partir d'octobre 2008 feront toutefois l'objet d'un réexamen qui tiendra compte du développement de la technologie en matière de capteurs et de contrôle des émissions.

Pendant cette deuxième phase, la portée du système OBD de contrôle du moteur et du système de post-traitement des gaz sera étendue à l'ensemble du véhicule afin de tenir compte de l'apport d'autres systèmes du véhicule susceptibles d'avoir une influence sur le fonctionnement du système de contrôle de la totalité des émissions.

Des seuils OBD sont proposés uniquement pour les émissions de NO_x et de particules, étant donné que ce sont les deux principaux polluants libérés par les poids lourds équipés de moteurs à allumage par compression. Les émissions de CO et de HC sont relativement faibles par rapport à celles de NO_x et de particules. Les seuils applicables au système OBD sont proposés pour la réception des moteurs respectant les limites introduites en 2005 et en 2008 et pour la réception des moteurs installés sur des véhicules respectant les normes facultatives EEV. Toutefois, comme cela a déjà

été précisé plus haut, les seuils 2008 (ligne B2) et EEV (ligne C) feront l'objet d'un réexamen.

Au stade actuel, il n'est pas possible de définir les prescriptions techniques des systèmes OBD et les seuils applicables à ceux-ci pour les moteurs à gaz. La Commission présentera ultérieurement une proposition à ce sujet qui inclura les seuils applicables au système OBD pour les autres polluants émis par les moteurs à gaz. Il est cependant d'ores et déjà proposé que le système OBD soit requis pour les nouvelles réceptions de moteurs à gaz à partir d'octobre 2008, de manière à stimuler le développement du système OBD et de permettre également au marché des véhicules à gaz de continuer à se développer dans l'Union européenne, sans imposer d'objectifs supplémentaires en matière de développement.

Des discussions, qui visent à l'adoption d'un règlement technique mondial (GTR) pour les systèmes OBD des poids lourds, se déroulent actuellement au sein de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (ONU-CEE). Un projet de GTR ne sera pas disponible avant une date encore relativement lointaine (juin 2004) et il faudra peut-être plusieurs années avant la mise en œuvre effective d'un GTR. Néanmoins, lorsque ces travaux seront terminés, les modifications techniques appropriées devront être examinées pour aligner sur la base mondiale les prescriptions européennes en matière d'OBD pour poids lourds. Dans la mesure du possible, la proposition relevant de la comitologie décrite au point 4.2.3 devrait tenir compte des progrès réalisés au sein du groupe GTR en ce qui concerne les prescriptions techniques relatives aux systèmes OBD.

Si les mesures techniques qui doivent être adoptées selon la procédure de comitologie afin de mettre en œuvre les dispositions fondamentales fixées pour les OBD ne sont prises qu'après la date d'adoption de la présente directive relevant de la codécision (la date du 30 juin est proposée à l'article 4 pour l'adoption des mesures techniques selon la procédure de comitologie), la date de transposition indiquée à l'article 8, paragraphe 1, et la date d'application indiquée à l'article 8, paragraphe 1, deuxième alinéa, devront être alignées sur celles de la directive relevant de la comitologie. Il est essentiel que les deux directives soient appliquées simultanément par les États membres.

4.1.5. Incitations fiscales - Article 5

Le texte existant de l'article 3 de la directive 1999/96/CE concernant les incitations fiscales est repris dans la présente proposition, mais il est modifié pour supprimer la référence à la ligne A des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, puisque les valeurs limites d'émissions données à la ligne A sont désormais obligatoires pour l'ensemble des véhicules couverts par la présente proposition.

Dans la présente proposition, des références appropriées sont également faites, dans les considérants 12 et 13, aux articles du traité relatifs aux aides accordées par les États membres.

4.1.6. *Mesures de mise en oeuvre et modifications - Article 6*

L'article 6 dispose que la Commission adoptera les mesures nécessaires pour la mise en oeuvre de la présente directive et toutes les modifications futures qui seront nécessaires pour l'adaptation de la présente directive au progrès scientifique et technique par référence au comité et aux procédures institués à l'article 13, paragraphe 1, et à l'article 13, paragraphe 3, de la directive-cadre relative à la réception des véhicules à moteur.

La proposition relevant de la comitologie mettra donc en oeuvre les prescriptions de la présente proposition relevant de la codécision en fixant les procédures permettant d'établir:

- le respect des prescriptions relatives à la durée de vie (durabilité) visées à l'article 3;
- la conformité du niveau des émissions d'un moteur en service. Ces mesures ne sont pas précisées dans le cadre de la présente proposition relevant de la codécision étant donné que, même si elles reposent sur les prescriptions relatives à la durabilité, il s'agit d'une question purement technique et, par conséquent, d'un aspect traité uniquement par la proposition relevant de la comitologie;
- la conformité des systèmes OBD, suivant les dispositions de l'article 4. En outre, il est fait référence ici à la question de l'accès illimité et normalisé au système OBD à des fins d'inspection, de diagnostic, d'entretien et de réparation, conformément aux dispositions introduites, ou en voie d'être introduites, dans la directive 70/220/CEE, et à celle des prescriptions appropriées relatives aux pièces de rechange visant à assurer leur compatibilité avec des véhicules équipés de systèmes OBD.
- Par ailleurs, la proposition relevant de la comitologie inclura les dispositions nécessaires pour améliorer les procédures d'échantillonnage et de mesure de la masse de particules réalisées en laboratoire, suite à l'imposition des limites d'émissions de particules très faibles applicables à partir du 1er octobre 2005. La proposition relevant de la comitologie révisera également les spécifications pour les carburants de référence utilisés pour les essais de réception, afin de mieux tenir compte de la teneur en soufre du gazole qui sera disponible sur le marché à partir de 2005 (conformément aux décisions déjà prises dans le cadre du comité de réglementation en liaison avec la directive 70/220/CEE).
- La proposition relevant de la comitologie pourra contenir également:
 - une modification du cycle d'essai applicable au système OBD fondée sur la mise au point d'un cycle de service harmonisé au niveau mondial (WHDC) et sur sa faculté à s'imposer comme règlement technique mondial;
 - une modification visant à prévoir l'utilisation de l'OBD comme instrument efficace de contrôle de la conformité des véhicules en service, ainsi que des prescriptions destinées à assurer la compatibilité des pièces de rechange avec le système OBD.

- Il est également indiqué que les mesures prises en ce qui concerne les systèmes OBD seront adoptées en vue d'une harmonisation internationale des prescriptions en matière d'OBD pour les poids lourds et moteurs de poids lourds (voir avant-dernier paragraphe du point 4.1.4).

4.1.7. *Réexamen et rapports - Article 7*

Plusieurs obligations relatives à l'élaboration de rapports établies à l'article 7 de la directive 1999/96/CE restent applicables et sont reprises par référence à cette directive. Par exemple, la Commission continuera à examiner la nécessité d'introduire de nouvelles limites d'émissions pour des polluants actuellement non réglementés, elle présentera des rapports sur l'avancement des négociations en vue de la mise au point d'un cycle d'essai harmonisé au niveau mondial ainsi que sur le développement de systèmes de contrôle embarqué (OBM) et confirmera les limites d'émissions de NO_x obligatoires applicables à partir du 1er octobre 2008 pour toutes les nouvelles réceptions.

4.1.8. *Transposition - Article 8*

La procédure de codécision devrait être achevée durant le premier semestre 2004. Néanmoins, la date de transposition doit être déterminée par la date fixée à l'article 9 pour l'abrogation des directives 88/77/CEE, 91/542/CEE et 1999/96/CE et doit également être liée à la date de transposition fixée pour la directive relevant de la comitologie visée aux articles 3 et 4.

4.1.9. *Abrogation - Article 9*

Les directives 88/77/CEE, 91/542/CEE et 1999/96/CE seront remplacées par la présente directive et devraient être abrogées à compter de la date d'application de celle-ci dans les États membres. C'est pourquoi un tableau de correspondance figure à l'annexe XI de la présente proposition.

Les réceptions accordées conformément à la directive 1999/96/CE (modifiée en dernier lieu par la directive 2001/27/CE) resteront valables jusqu'à la mise en œuvre des mesures prévues dans la présente proposition.

4.1.10. *Annexes techniques consolidées*

Les annexes consolidées des directives 88/77/CEE, 91/542/CEE, 96/1/CE, 1999/96/CE et 2001/27/CE sont incluses dans la présente proposition, sauf dans les cas où les références à d'autres directives sont mises à jour.

4.1.11. *Annexe IX*

Conformément au point 7 c) ii) de l'accord interinstitutionnel visé au paragraphe 1, l'annexe IX fournit un tableau reprenant les délais de transposition en droit national et d'application des directives abrogées (et des actes modificatifs successifs).

4.1.12. *Annexe X*

Conformément au point 7 b) de l'accord interinstitutionnel visé au paragraphe 1, l'annexe X fournit un tableau indiquant la correspondance entre les parties pertinentes des directives abrogées et de la présente directive.

4.2. Proposition de directive de la Commission

Ainsi que cela a été mentionné au point 2, la présente proposition est scindée en deux parties. La présente section décrit le contenu et les objectifs généraux de la seconde partie, c'est-à-dire la proposition relevant de la comitologie que la Commission a déjà en partie soumise et qu'elle présentera pour examen complémentaire, de manière plus complète, sous forme de projet, à un ou plusieurs groupes de travail de la Commission. Une fois achevée, elle sera présentée au comité de réglementation pour l'adaptation au progrès technique, dans le cadre des procédures qui seront établies dans une proposition de nouvelle directive-cadre relative à la réception des véhicules à moteur. La nouvelle directive-cadre est actuellement élaborée par les services de la Commission (comme indiqué au point 2.1).

La proposition relevant de la comitologie constituera en effet une modification de la présente proposition relevant de la codécision et contiendra les éléments généraux suivants qui seront couverts conformément à l'article 6 de la présente proposition.

4.2.1. Durabilité

La durabilité effective des différentes catégories de véhicules est définie à l'article 3 de la proposition relevant de la codécision. Le mécanisme proposé afin de permettre à un constructeur de démontrer le respect des limites d'émissions pendant la durée de vie d'un moteur est le suivant:

- Les moteurs seront groupés par familles de moteurs en tenant compte de la définition des familles de moteurs donnée par la norme ISO 16185.
- Aux fins de la vérification du respect des limites d'émissions durant la durée de vie, il pourra être utile de subdiviser les moteurs en familles de moteurs sur la base du type de système de post-traitement des gaz d'échappement équipant le moteur. Une telle approche pourrait permettre de déterminer des facteurs de dégradation spécifiques à un certain type technique de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement commun à une gamme de moteurs.
- Un moteur parent sera sélectionné dans une telle famille de moteurs en vue d'être testé dans le cadre d'un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, défini par le constructeur et accepté par le service technique.
- Il n'est pas nécessaire que la proposition définisse le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Le constructeur a la liberté de choisir un programme approprié pouvant être fondé sur les données collectées sur des véhicules en service qui sont équipés du moteur parent ou d'un moteur de la même famille, ou sur une programmation prédéfinie du dynamomètre pour moteur.
- Pendant le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, toutes les émissions réglementées du moteur seront mesurées par le biais des essais ESC (cycle d'essai en régimes stabilisés), ETC (cycle d'essai avec modes transitoires) et, si cela est estimé nécessaire, ELR (cycle d'essai avec prises en charges). Ces mesures seront effectuées périodiquement au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Il est proposé que le programme d'accumulation d'heures de fonctionnement d'un moteur équipé

d'un système de post-traitement des gaz d'échappement débute après une durée de fonctionnement du moteur qui soit suffisante pour garantir la stabilisation du système de post-traitement des gaz. Cette durée pourrait être fixée à 125 heures maximum à la demande du constructeur. La fin du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement n'est pas spécifiée. Il appartiendra au constructeur d'estimer le temps de fonctionnement et d'essai du moteur nécessaire pour avoir l'assurance que les performances en matière d'émissions ne changeront pas fondamentalement au fil du temps et donc que les limites en matière d'émissions seront respectées pendant la durée de vie applicable au moteur (et à la famille de moteurs) testé.

- Au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, une analyse par régression est effectuée sur la base des résultats des mesures d'émissions. Des prévisions d'émissions sont établies pour le début du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement et pour la durée de vie applicable au type de moteur (voir article 3 de la proposition relevant de la procédure de codécision). Des facteurs de dégradation sont alors calculés sur la base de ces deux valeurs pour chaque polluant concerné par chaque cycle d'essai (CO, HC, NOx et particules lors de l'essai ESC; CO, THC, NMHC, CH4, NOx et particules lors de l'essai ETC et fumées lors de l'essai ELR, s'il est jugé nécessaire) et portés sur le document de réception.
- Il est proposé que les constructeurs qui produisent des moteurs en petites séries puissent utiliser des facteurs de dégradation fixes plutôt que de réaliser un programme d'accumulation d'heures de fonctionnement. Un examen complémentaire sera nécessaire pour déterminer ces facteurs de dégradation fixes et pour décider également si tous les moteurs, quel que soit leur volume de production, peuvent utiliser des facteurs de dégradation fixes.
- Afin de rationaliser la charge associée à la vérification du respect des limites d'émissions durant la durée de vie, il conviendrait également d'examiner si les facteurs de dégradation déterminés selon la certification américaine des familles de moteurs peuvent être acceptés pour la réception des véhicules dans l'Union européenne. En outre, il faudrait peut-être également inclure la procédure d'essai fédérale américaine (FTP) dans les cycles d'essai pertinents pour mesurer les émissions au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement, afin de disposer d'un cycle d'accumulation d'heures de fonctionnement unique permettant de vérifier le respect des limites d'émissions durant la durée de vie selon les normes européennes, américaines et, éventuellement, japonaises. Néanmoins, l'examen de ces différents points dépendra des consultations menées avec les autorités américaines et japonaises et, en l'absence de norme technique commune (ou de règlement technique mondial), de la question de savoir si la reconnaissance réciproque des procédures européennes pour la vérification du respect des limites d'émissions durant la durée de vie sera ou non acceptée pour la certification des moteurs aux États-Unis et au Japon.
- La question des entretiens constitue un critère important qu'il convient de définir afin que les entretiens qui doivent être effectués au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement soient les mêmes que dans des conditions réelles d'utilisation et soient conformes à ceux conseillés au propriétaire du véhicule. La Commission estime qu'il est nécessaire que la

directive fixe certains critères minimums concernant la fréquence des réparations, des remplacements ou des nettoyages des éléments importants qui ont une influence sur les émissions.

4.2.2. *Conformité des véhicules/moteurs en service*

La durabilité effective d'un type de véhicule équipé d'un moteur de poids lourd est définie à l'article 3 de la proposition relevant de la codécision. La proposition relevant de la comitologie déterminera les procédures de vérification de la conformité des véhicules/moteurs en service tout au long de cette durée de vie.

La procédure repose sur l'obligation pour le constructeur d'effectuer un contrôle des émissions de ses produits en service. Une grande partie des informations à recueillir lors de ce contrôle est constituée des données relatives aux émissions, telles qu'elles sont mesurées au cours des cycles d'essai requis pour démontrer le respect des limites d'émissions pendant la durée de vie, ou est obtenue grâce à des équipements mobiles de mesure des émissions installés sur les véhicules (voir point 4.2.2.1). Les enregistrements de dysfonctionnements détectés par le système OBD du véhicule pourraient également être utilisés. Le nombre de véhicules ou de moteurs à contrôler devrait dépendre des résultats commerciaux du constructeur. La Commission ne proposera pas de procédure spécifique – le constructeur devrait prendre toutes les mesures nécessaires pour collecter les données relatives aux émissions qui sont pertinentes, dans le cadre de ses pratiques habituelles, pour satisfaire aux normes et procédures de contrôle communes.

La collecte de ces données de contrôle peut se faire, par exemple, dans le cadre d'un accord conclu avec les gestionnaires de parcs de poids lourds et prévoyant le contrôle des véhicules ou moteurs à intervalles réguliers. Il est possible que le constructeur doive fournir des véhicules de remplacement durant l'essai. Le constructeur peut également choisir d'intégrer un parc de véhicules représentatifs aux véhicules qui sont utilisés par la société dans des conditions d'utilisation normales, mais aussi dans le but de collecter des données dans le cadre des contrôles.

Si le service technique rejette les informations issues du contrôle fournies par le constructeur, il doit prendre les dispositions nécessaires pour obtenir des informations complémentaires afin de clarifier la situation. Ces dispositions peuvent avoir pour résultat de contraindre le constructeur à effectuer plus d'essais de confirmation; l'autorité compétente peut également décider de réaliser elle-même des essais.

La question de savoir s'il convient de faire réaliser des essais sur le moteur est sujette à discussion en raison du coût extrêmement élevé qu'entraînent la mise hors service du poids lourd, le démontage du moteur et la réalisation en laboratoire d'essais relatifs aux émissions sur le moteur seul. Même si ces essais sur banc dynamométrique sont coûteux, il s'agit d'une méthode reconnue pour déterminer la conformité avec la réception. Cependant, on peut considérer que, étant donné que ces essais sur banc dynamométrique sont effectués sans la boîte de vitesses et sans certains organes auxiliaires qui ont une incidence sur les émissions, ils ne sont pas entièrement représentatifs et ne permettent pas de vérifier totalement la conformité en service d'un moteur installé sur un véhicule utilisé dans des conditions réelles.

Les détails techniques de ces phases d'essais seront précisés au cours des discussions qui porteront sur l'élaboration de la proposition relevant de la comitologie.

Néanmoins, si, au terme de la procédure, la non-conformité a été établie, les mesures pouvant être prises sont établies dans la directive-cadre relative à la réception. Un plan de mesures correctrices devrait être élaboré et exécuté en consultation avec le service technique et/ou l'autorité chargée de la réception afin de remédier à la non-conformité.

4.2.2.1. Actions internationales

Comme indiqué au point précédent, l'utilisation d'équipements mobiles de mesure des émissions est considérée comme la méthode la plus rentable pour établir la conformité des poids lourds. Les méthodes adéquates sont actuellement mises au point dans le cadre de divers programmes de recherche consacrés aux systèmes embarqués de collecte de données relatives aux émissions, en relation avec une procédure complète de contrôle des émissions lors des événements de conduite "hors cycle". Les autorités américaines ont mis en œuvre leurs limites plafond (NTE) pour les poids lourds; on considère également qu'une approche globale en matière d'émissions hors cycle est susceptible de faire l'objet d'un règlement technique mondial élaboré sous les auspices du Forum mondial pour l'harmonisation des règlements concernant les automobiles (WP29) de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe.

On connaît, par exemple, le système mobile de mesure des émissions (MEMS) de l'université de Virginie Occidentale ainsi que deux systèmes mis au point par des départements distincts de l'Agence américaine de protection de l'environnement, à savoir le système ROVER et le système portable de mesure des émissions (PEMS). Ces systèmes peuvent permettre de mesurer les émissions dans des conditions réelles d'utilisation, ce qui devrait constituer l'objectif premier pour développer un outil élaboré de contrôle de la conformité en service. Ces technologies pourraient être utilisées dans le cadre des opérations de contrôle réalisées par le constructeur ou pour des essais complémentaires de suivi effectués par les services techniques ou les autorités chargées de la réception.

En ce qui concerne la conformité des véhicules/moteurs en service, la proposition relevant de la comitologie visera à adopter une solution reposant sur l'utilisation d'équipements de mesure embarqués et, si possible, à prendre en compte l'initiative mondiale mentionnée plus haut. Si cela n'est pas possible dans le délai prévu pour l'adoption de cette approche à deux niveaux, d'autres adaptations des annexes techniques devront être prévues de manière à inclure notamment les spécifications relatives aux équipements de mesure embarqués ainsi que les protocoles d'essais, à mesure que ceux-ci seront mis au point.

La conformité des véhicules et moteurs en service est une mesure qui s'appliquera uniquement à ceux-ci à partir d'octobre 2005 et lorsque les véhicules auront parcouru un nombre de kilomètres suffisant pour justifier la vérification du respect des émissions. Un retard dans l'achèvement des annexes techniques pertinentes n'est pas considéré comme un problème sérieux, lorsque l'on peut parvenir à une solution technique plus élégante, efficace et mondiale.

4.2.3. *Systèmes de diagnostic embarqués (OBD)*

De nouvelles prescriptions préciseront les moyens techniques nécessaires pour spécifier et pour réceptionner le système OBD.

Le système OBD présent dans les véhicules légers a servi de modèle, mais il existe certaines différences importantes entre les exigences que fixe la directive 70/220/CEE pour le système OBD destiné à un véhicule utilitaire léger et les exigences énoncées ici pour le système OBD destiné à un poids lourd.

Au cours de la première phase, à partir du 1er octobre 2005 pour les nouvelles réceptions de moteurs à allumage par compression effectuées conformément aux limites d'émissions prévues pour 2005 ou aux limites d'émissions facultatives EEV, le système OBD devra contrôler le fonctionnement du moteur au regard des seuils fixés (comme le prévoit la directive 70/220/CEE pour les systèmes OBD destinés aux véhicules légers) ainsi que de tout système de post-traitement des émissions installé en aval du moteur en vue de détecter toute "défaillance de fonctionnement importante". À ce stade, le contrôle du système de post-traitement des émissions en vue de déceler les défaillances de fonctionnement importantes repose sur le postulat que la technologie des capteurs nécessaire pour contrôler les performances en ce qui concerne les émissions ne sera pas totalement au point en vue d'une utilisation à grande échelle sur les poids lourds en 2005.

Au cours de la seconde phase, à partir d'octobre 2008 pour les nouvelles réceptions de moteurs à allumage par compression et de moteurs à gaz effectuées conformément aux limites d'émissions prévues pour 2008 ou aux limites d'émissions facultatives EEV, le système OBD devra contrôler le fonctionnement du moteur et du système de post-traitement des gaz d'échappement installé en aval du moteur au regard des seuils fixés. Ceux-ci feront cependant l'objet d'un réexamen qui tiendra compte de l'évolution de la technologie en matière de capteurs. À ce stade, la portée du système OBD de contrôle du moteur et du post-traitement sera étendue à l'ensemble du véhicule afin de tenir compte de l'apport d'autres systèmes du véhicule qui peuvent avoir une influence sur le fonctionnement du système de contrôle de toutes les émissions.

Les nouvelles prescriptions incluront au moins les points suivants:

- les définitions du système OBD;
- les prescriptions relatives aux essais de systèmes OBD;
- la définition du contrôle obligatoire du système (dénitrification, filtre à particules diesel, système combiné de dénitrification et de filtre à particules diesel, catalyseurs, système d'injection du carburant, etc.);
- les critères d'activation et de désactivation de l'indicateur de dysfonctionnement (MI) ainsi que de stockage et d'effacement des codes d'erreur;
- le stockage des codes d'erreur et le contrôle, grâce au stockage, des heures de fonctionnement du moteur pour lesquelles un code d'erreur est stocké;
- les critères d'autorisation de dysfonctionnements des systèmes OBD pour la réception;

- les critères de mise hors service temporaire du système OBD sous certaines conditions justifiées de fonctionnement du moteur;
- des prescriptions assurant un accès illimité et normalisé au système OBD à des fins d'inspection, de diagnostic, d'entretien et de réparation, conformément aux dispositions introduites par la directive 70/220/CEE;
- des prescriptions appropriées en vue d'assurer la compatibilité entre les pièces de rechange et les poids lourds équipés de systèmes OBD.

L'appendice 1 de l'annexe XI contiendra les prescriptions relatives à l'essai de démonstration du système OBD. Dans des conditions d'utilisation réelles, le système OBD procédera plus rapidement à certains contrôles qu'à d'autres et certains contrôles seront effectués sur des périodes relativement longues et sur des périodes cumulées de conditions de conduite similaires (stables). En ce qui concerne le cycle d'essai à appliquer pour l'essai de démonstration du système OBD, il a été mis en évidence que si l'ETC utilisé pour tester les émissions à l'échappement est représentatif de conditions d'utilisation réelles, il ne prévoit pas suffisamment de modes en régime stabilisé pour garantir qu'un contrôle complet du système OBD est effectué au cours de cette procédure d'essai de 30 minutes. L'ESC utilisé pour tester les émissions a suffisamment de modes en régime stabilisé, mais on lui reproche d'avoir trop de modes en régime stabilisé pour être totalement représentatif des conditions d'utilisation réelles dans lesquelles un système OBD doit fonctionner. C'est pourquoi un essai ESC "abrégé" a été mis spécialement au point pour l'essai de démonstration du système OBD. Celui-ci se déroule suivant le même schéma que l'ESC complet, mais les différents modes ont une durée de 60 secondes au lieu de 120 dans le cadre du cycle d'essai ESC.

La directive 70/220/CEE du Conseil¹⁴, modifiée par la directive 1999/102/CE de la Commission¹⁵, a introduit le système OBD pour les véhicules légers et inclut les références nécessaires aux normes internationales (notamment ISO 15765 et ISO 15031) en matière de communications OBD à bord du véhicule et entre le véhicule et les outils de diagnostic externes, ainsi que d'outils de diagnostic, de codes d'erreur permettant le diagnostic et de connecteurs entre le véhicule et les outils de diagnostic. La mention de ces prescriptions était nécessaire pour fournir un cadre de normes aux industries du diagnostic et de la réparation (réparateurs indépendants, sociétés de dépannage, etc.).

Les nouvelles prescriptions feront également référence à des normes internationales similaires en matière de systèmes OBD, tout en tenant compte des différences existant entre les applications destinées aux véhicules légers et aux poids lourds (par exemple tension du système différente selon qu'il équipe un véhicule léger ou un véhicule lourd, conception différente des connecteurs afin d'éviter que l'outil de diagnostic d'un véhicule léger soit raccordé à un poids lourd ayant un système d'une tension supérieure). On relève cependant quelques difficultés.

¹⁴ JO L 76 du 6.4.1970, p. 1.

¹⁵ JO L 334 du 28.12.1999, p. 43.

Les normes ISO 15765¹⁶ et ISO 15031-5¹⁷ sont utilisées par de nombreux constructeurs européens et asiatiques de véhicules de moyen et gros tonnage et sont dérivées des normes élaborées antérieurement pour les véhicules utilitaires légers et les voitures particulières.

La norme SAE J1939¹⁸ a été élaborée et est tenue à jour par l'industrie des poids lourds par le biais du *SAE Truck and Bus Council*. La norme SAE J1939 est utilisée par les constructeurs américains depuis le milieu des années 90. De nombreux constructeurs européens et asiatiques utilisent également cette norme. La norme SAE J1939 couvre de nombreux critères de diagnostic, notamment les services de diagnostic, les codes d'erreur permettant le diagnostic, les voyants de diagnostic, le connecteur de diagnostic externe, les paramètres de transmission de données et de contrôle.

Alors que les normes ISO 15765 et ISO 15031 offrent une couverture de diagnostic similaire, il existe certaines différences techniques entre les normes ISO et SAE. Les codes d'erreur permettant le diagnostic d'un système répondant à la norme SAE J1939 seront parfaitement lisibles et le système de diagnostic sera tout à fait accessible, mais pas de la même manière que dans un système de véhicule conforme aux normes ISO 15765 et 15031.

Même si une norme unique en matière d'OBD serait souhaitable, il est impossible, à l'heure actuelle, d'imposer que la norme ISO ou SAE prévale sur l'autre, surtout dans le peu de temps qui reste avant que le système OBD pour poids lourds ne devienne obligatoire dans l'Union européenne, c'est-à-dire avant octobre 2005. Exiger de l'industrie qu'elle passe de la norme ISO à la norme SAE ou inversement impliquerait des coûts qui ne pourraient être justifiés.

Actuellement, le marché de la réparation des poids lourds est déjà équipé pour prendre en charge les véhicules répondant à la norme J1939 et il est reconnu que le marché du service et de la réparation des poids lourds, au moins pour les véhicules de plus gros tonnage, est différent de celui des véhicules légers. La Commission tient néanmoins à garantir que, dans toute la mesure du possible, l'accès des systèmes OBD pour l'entretien et la réparation des poids lourds sera, à l'avenir, normalisé et ouvert à toutes les parties intéressées. Il convient d'accorder également une attention particulière à la distinction entre les gammes de poids lourds de faible et de gros tonnage qui relèvent de la présente directive.

Ainsi, le groupe de travail ISO TC22/SC3/WG1 examine déjà quels seraient les avantages et inconvénients d'exiger l'utilisation soit de la norme ISO, soit de la norme SAE ou de permettre la coexistence de ces deux normes. Il semble à l'heure actuelle que l'utilisation des deux normes ISO 15765/15031 et SAE J1939 soit possible.

¹⁶ Organisation internationale de normalisation, norme ISO 15765-4 "Véhicules routiers – Diagnostic sur réseau local de commande (CAN) – Partie 4: Exigences applicables aux systèmes associés aux émissions", décembre 2001.

¹⁷ Organisation internationale de normalisation, norme ISO 15031-5 "Véhicules routiers – Communication entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions – Partie 5: Services de diagnostic relatif aux émissions", décembre 2001.

¹⁸ Society of Automotive Engineers (SAE), norme SAE J1939, "Recommended Practice for a Serial Control and Communications Vehicle Network", avril 2000.

Par conséquent, lors de la rédaction de la proposition relevant de la comitologie, la Commission examinera attentivement les avantages des normes ISO et SAE de même que les recommandations faites par le comité ISO, en vue d'offrir un accès normalisé ainsi que le niveau de capacité de diagnostic le plus rentable, afin de diagnostiquer et de réparer efficacement les poids lourds présents sur le marché.

4.2.4. *Autres éléments de la proposition relevant de la comitologie*

La proposition relevant de la comitologie modifiera également les carburants de référence des essais figurant à l'annexe IV, afin que les carburants utilisés pour les essais à partir de 2005 aient des spécifications correspondant à celles du carburant qui devrait être disponible sur le marché à partir de cette date (notamment en ce qui concerne la teneur en soufre). Cette modification tiendra donc compte, au besoin, des dispositions établies dans la directive 2002/80/CE de la Commission (modifiant la directive 70/220/CEE) relatives aux annexes IX et IXa.

La proposition modifiera également les procédures d'échantillonnage et de mesure des émissions de particules réalisées en laboratoire, conformément au troisième tiret de l'article 7 de la directive 1999/96/CE. Cette modification résulte de l'imposition de limites d'émissions de particules très faibles à partir du 1er octobre 2005, limites qui nécessitent une amélioration de la précision et de la répétabilité des procédures actuelles de gravimétrie des particules. Ces modifications tiendront compte de la récente norme ISO 16183 et des autres travaux importants réalisés dans ce domaine.

Proposition de

↓ 1999/96/CE Art. 1 pt 1 (adapté)

DIRECTIVE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

~~du 3 décembre 1987~~

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

↓ 88/77/CEE (adapté)

(88/77/CEE)

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

LE PARLEMENT EUROPÉEN ET LE CONSEIL DE L'UNION EUROPÉENNE ~~DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES,~~

vu le traité instituant la Communauté économique européenne, et notamment son article 95 ~~100 A,~~

vu la proposition de la Commission¹,

~~en coopération avec le Parlement européen²,~~

vu l'avis du Comité économique et social européen ²,

vu l'avis du Comité des régions³,

statuant conformément à la procédure prévue à l'article 251 du traité⁴

considérant ce qui suit:

~~(1) considérant qu'il importe d'arrêter les mesures destinées à établir progressivement le marché intérieur au cours d'une période expirant le 31 décembre 1992; que le marché~~

¹ JO n° C 193 du 31.7.1986, p. 3.

² Position rendue le 18 novembre 1987 (JO n° C 345 du 21.12.1987, p. 61).

² JO n° C 333 du 29.12.1986, p. 17.

³ JO C [...] du [...], p. [...].

⁴ JO C [...] du [...], p. [...].

~~intérieur comporte un espace sans frontières intérieures, dans lequel la libre circulation des marchandises, des personnes, des services et des capitaux est assurée;~~

- ~~(2) considérant que le premier programme d'action de la Communauté européenne pour la protection de l'environnement, approuvé le 22 novembre 1973 par le Conseil, invite déjà à tenir compte des derniers progrès scientifiques dans la lutte contre la pollution atmosphérique causée par les gaz provenant des véhicules à moteur et à adapter dans ce sens les directives déjà arrêtées; que le troisième programme d'action prévoit que des efforts supplémentaires seront entrepris en vue d'une réduction importante du niveau actuel des émissions de polluants des véhicules à moteur;~~
- ~~(3) considérant que les prescriptions techniques auxquelles doivent satisfaire les véhicules à moteur en vertu des législations nationales concernent, entre autres, les émissions de gaz polluants provenant des moteurs Diesel destinés à la propulsion des véhicules;~~
- ~~(4) considérant que ces prescriptions diffèrent d'un État membre à un autre; que ces divergences sont de nature à entraver la libre circulation des produits en question; qu'il en résulte la nécessité que les mêmes prescriptions soient adoptées par tous les États membres, soit en complément, soit en lieu et place de la réglementation actuelle, en vue notamment de permettre la mise en oeuvre, pour chaque type de véhicule, de la procédure de réception CEE qui fait l'objet de la directive 70/156/CEE du Conseil, du 6 février 1970, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la réception des véhicules à moteur et de leurs remorques⁵, modifiée en dernier lieu par la directive 87/403/CEE⁶;~~
- ~~(5) considérant que, pour ce qui est des prescriptions techniques, il est opportun de reprendre celles qui ont été adoptées par la Commission économique pour l'Europe de l'Organisation des Nations unies dans son règlement n° 49 («Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des moteurs Diesel en ce qui concerne les émissions de gaz polluants»), annexé à l'accord du 20 mars 1958 concernant l'adoption de conditions uniformes d'homologation et la reconnaissance réciproque de l'homologation des équipements et pièces de véhicules à moteur;~~
- ~~(6) considérant que la Commission s'est engagée à soumettre au Conseil, au plus tard à la fin de 1988, des propositions relatives à une nouvelle réduction des valeurs limites pour les trois polluants faisant l'objet de la présente directive et à la fixation des valeurs limites pour les émissions de particules;~~

⇩ nouveau

- (1) La directive 88/77/CEE du Conseil du 3 décembre 1987 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules⁵ est l'une

⁵ JO n° L 42 du 23.2.1970, p. 1.

⁶ JO n° L 220 du 8.8.1987, p. 44.

⁵ JO L 36 du 9.2.1988, p. 33. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2001/27/CE de la Commission (JO L 107 du 18.4.2001, p. 10).

des directives particulières relevant de la procédure de réception fixée par la directive 70/156/CEE du Conseil du 6 février 1970 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives à la réception des véhicules à moteur et de leurs remorques⁶. La directive 88/77/CEE a été modifiée à plusieurs reprises et de façon substantielle pour introduire successivement des valeurs limites d'émissions de polluants plus strictes. À l'occasion de nouvelles modifications, il convient, dans un souci de clarté, de procéder à la refonte de ladite directive.

- (2) La directive 91/542/CEE du Conseil du 1er octobre 1991 modifiant la directive 88/77/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz polluants provenant des moteurs diesel destinés à la propulsion des véhicules⁷, la directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules, et modifiant la directive 88/77/CEE du Conseil⁸ et la directive 2001/27/CE de la Commission du 10 avril 2001 portant adaptation au progrès technique de la directive 88/77/CEE du Conseil concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules⁹ ont introduit des dispositions qui, bien qu'étant autonomes, ont un lien étroit avec le système établi par la directive 88/77/CEE. Dans un souci de clarté et de sécurité juridique, ces dispositions autonomes doivent être pleinement intégrées dans la refonte.
- (3) Il est nécessaire que tous les États membres adoptent les mêmes prescriptions, en vue notamment de permettre la mise en œuvre, pour chaque type de véhicule, du système de réception CE qui fait l'objet de la directive 70/156/CEE.
- (4) Le programme de la Commission sur la qualité de l'air, les émissions provenant du transport routier, les carburants et les technologies de réduction des émissions¹⁰, ci-après le premier programme «auto-oil», a montré que de nouvelles réductions des émissions de polluants provenant des poids lourds étaient nécessaires pour se conformer aux futures normes relatives à la qualité de l'air.
- (5) L'abaissement des valeurs limites d'émissions applicables à partir de 2000, qui correspondent à des réductions de 30 % des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures totaux, d'oxydes d'azote et de particules, a été identifié par le premier programme «auto-oil» comme une mesure clé pour atteindre un niveau satisfaisant de qualité de l'air à moyen terme. Un abaissement de 30 % de l'opacité des fumées

⁶ JO L 42 du 23.2.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par le règlement (CE) n° 807/2003 du Conseil (JO L 122 du 16.5.2003, p. 36).

⁷ JO L 295 du 25.10.1991, p. 1.

⁸ JO L 44 du 16.2.2000, p. 1.

⁹ JO L 107 du 18.4.2001, p. 10.

¹⁰ COM(96) 248 final.

d'échappement devrait contribuer également à réduire les émissions de particules. Les abaissements supplémentaires des valeurs limites d'émissions applicables à partir de 2005, qui correspondent à des réductions supplémentaires de 30 % du monoxyde de carbone, des hydrocarbures totaux et des oxydes d'azote et de 80 % des particules, devraient contribuer largement à améliorer la qualité de l'air à moyen et long terme. Les nouvelles valeurs limites pour les oxydes d'azote applicables en 2008 devraient permettre de réduire encore de 43 % les émissions de ces polluants.

- (6) Les essais de réception portant sur les gaz polluants, les particules polluantes et l'opacité des fumées sont mis en place en vue de permettre une évaluation plus représentative du niveau d'émissions des moteurs dans des conditions d'essai qui sont plus proches de celles rencontrées par les véhicules en circulation. Depuis 2000, les moteurs à allumage par compression conventionnels et les moteurs à allumage par compression dotés de certains types d'équipements de contrôle des émissions sont testés au cours d'un cycle d'essai en régimes stabilisés et d'un nouveau cycle d'essai avec prises en charges pour le contrôle de l'opacité des fumées. Les moteurs à allumage par compression pourvus de systèmes de contrôle des émissions perfectionnés sont, en outre, testés au cours d'un nouveau cycle d'essai avec modes transitoires. À partir de 2005, tous les moteurs à allumage par compression devront être testés sur l'ensemble de ces cycles d'essai. Les moteurs fonctionnant au gaz sont testés uniquement sur le nouveau cycle d'essai avec modes transitoires.
- (7) Au moment d'établir de nouvelles normes et procédures d'essai, il convient de tenir compte de l'impact que le futur accroissement du trafic dans la Communauté aura sur la qualité de l'air. Les travaux menés par la Commission dans ce domaine ont montré que l'industrie automobile européenne a accompli de grands progrès dans le perfectionnement de technologies permettant de réduire considérablement les émissions de gaz polluants et de particules polluantes. Néanmoins, il y a lieu de poursuivre les efforts en vue d'obtenir de nouvelles améliorations dans le domaine des valeurs limites d'émissions et d'autres prescriptions techniques, dans l'intérêt de la protection de l'environnement et de la santé publique. Les résultats des recherches en cours sur les caractéristiques des particules ultra-fines devront en particulier être pris en compte dans les futures mesures.
- (8) Il est nécessaire que des améliorations supplémentaires soient apportées à la qualité des carburants afin de permettre un fonctionnement efficace et durable des systèmes de contrôle des émissions en service.
- (9) Il convient d'introduire à partir de 2005 de nouvelles dispositions applicables aux systèmes de diagnostic embarqués (OBD) afin de faciliter la détection immédiate de la dégradation ou de la défaillance du système de contrôle des émissions du moteur. Cela permettra de renforcer les capacités de diagnostic et de réparation, en améliorant de manière significative les niveaux d'émissions durables des poids lourds en service. Etant donné qu'au niveau mondial, la technique OBD pour moteurs diesel de poids lourds n'en est qu'à ses débuts elle devra être introduite dans la Communauté en deux étapes afin de permettre le développement du système, de manière à ce que le système OBD ne donne pas de fausses indications. Afin d'aider les États membres à veiller à ce que les propriétaires et exploitants de poids lourds s'acquittent de leur obligation de réparation des dysfonctionnements signalés par le système OBD, il conviendra d'enregistrer la distance parcourue ou le temps écoulé depuis le moment où un dysfonctionnement a été signalé au chauffeur.

- (10) Les moteurs à allumage par compression sont essentiellement durables et ils ont prouvé que, moyennant des entretiens appropriés et efficaces, ils pouvaient garder un niveau élevé de performances en matière d'émissions sur les distances très longues parcourues par les poids lourds dans le cadre d'activités commerciales. Toutefois, les futures normes en matière d'émissions imposeront l'introduction de systèmes de contrôle des émissions en aval du moteur, tels que les systèmes de dénitrification (NO_x), les filtres à particules diesel et des systèmes qui sont une combinaison des deux, et, éventuellement, d'autres systèmes restant à définir. Il y a lieu par conséquent d'établir une prescription relative à la durée de vie, sur laquelle seront fondées les procédures de vérification de la conformité du système de contrôle des émissions d'un moteur durant toute cette période de référence. En établissant cette prescription, il conviendra de tenir dûment compte des distances considérables parcourues par les poids lourds, de la nécessité de prévoir des entretiens adéquats et effectués en temps opportun et de la possibilité de réceptionner les véhicules de la catégorie N₁ conformément soit à la présente directive soit à la directive 70/220/CEE du Conseil du 20 mars 1970 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur¹¹.
- (11) Les États membres devraient être autorisés à accélérer, par le biais d'incitations fiscales, la mise sur le marché de véhicules qui satisfont aux exigences arrêtées au niveau communautaire, pourvu que ces incitations respectent les dispositions du traité et répondent à certaines conditions prévues pour éviter des distorsions du marché intérieur. La présente directive n'affecte pas le droit des États membres d'inclure les émissions de polluants et d'autres substances dans la base de calcul des taxes de circulation des véhicules à moteur.
- (12) Dans la mesure où certaines de ces incitations fiscales sont des aides accordées par les États au sens de l'article 87, paragraphe 1, du traité, elles devront être notifiées à la Commission conformément à l'article 88, paragraphe 3, du traité, afin d'être évaluées selon les critères de compatibilité pertinents. La notification de ces mesures conformément aux dispositions de la présente directive devra se faire sans préjudice de l'obligation de notification aux termes de l'article 88, paragraphe 3, du traité.
- (13) En vue de simplifier et d'accélérer la procédure, il conviendrait de confier à la Commission la tâche d'adopter des mesures de mise en œuvre des dispositions fondamentales établies dans la présente directive ainsi que des mesures visant à l'adaptation des annexes de celle-ci à l'évolution des connaissances scientifiques et techniques.
- (14) Il y a lieu d'arrêter les mesures nécessaires pour la mise en œuvre de la présente directive et son adaptation au progrès scientifique et technique en conformité avec la décision 1999/468/CE du Conseil du 28 juin 1999 fixant les modalités de l'exercice des compétences d'exécution conférées à la Commission¹².

¹¹ JO L 76 du 6.4.1970, p. 1. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2002/80/CE de la Commission (JO L 291 du 28.10.2002, p. 20).

¹² JO L 184 du 17.7.1999, p. 23.

- (15) La Commission devrait examiner la nécessité d'introduire des valeurs limites d'émissions pour les polluants jusqu'à présent non réglementés, du fait d'une utilisation plus généralisée de nouveaux carburants de substitution et de l'introduction de nouveaux systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement.
- (16) La Commission devrait, dans un rapport au Parlement européen et au Conseil accompagné, le cas échéant, de propositions appropriées, examiner la technologie disponible en vue de confirmer la norme obligatoirement applicable aux NO_x en 2008.
- (17) Étant donné que les objectifs de l'action envisagée, à savoir la réalisation du marché intérieur à travers l'introduction de prescriptions techniques communes relatives aux émissions de gaz polluants et de particules polluantes pour tous les types de véhicules, ne peuvent pas être réalisés de manière suffisante par les États membres et peuvent donc, en raison des dimensions de l'action, être mieux réalisés au niveau communautaire, la Communauté peut prendre des mesures, conformément au principe de subsidiarité consacré à l'article 5 du traité. Conformément au principe de proportionnalité tel qu'énoncé audit article, la présente directive n'excède pas ce qui est nécessaire pour atteindre ces objectifs.
- (18) L'obligation de transposer la présente directive en droit national doit être limitée aux dispositions qui constituent une modification de fond par rapport aux directives précédentes. L'obligation de transposer les dispositions inchangées résulte des directives précédentes.
- (19) La présente directive ne doit pas porter atteinte aux obligations des États membres concernant les délais de transposition en droit national et d'application des directives indiqués à l'annexe IX, partie B,

↓ 88/77/CEE (adapté)

☒ ONT ~~☒ A~~ ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DIRECTIVE:

↓ 1999/96/CE Art. 1 pt 2 (adapté)

Article premier

☒ Définitions ☒

Aux fins de la présente directive, on entend par:

- ☒ a) ☒ «véhicule», tout véhicule tel que défini à ☒ l'article 2 ☒ ~~l'annexe II, partie A,~~ de la directive 70/156/CEE et propulsé par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz, à l'exception des véhicules de la catégorie M₁ dont la masse en charge maximale techniquement admissible est égale ou inférieure à 3,5 tonnes;
- ☒ b) ☒ «moteur à allumage par compression ou moteur à gaz», la source de propulsion motrice d'un véhicule qui peut faire l'objet d'une réception en tant qu'entité technique distincte au sens de l'article 2 de la directive 70/156/CEE;

↓ 1999/96/CE Art. 1 pt 2 (adapté)

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

↓ 88/77/CEE (adapté)

Article 2

⊗ Obligations des États membres ⊗

↓ 88/77/CEE (adapté)

~~2. À partir du 1^{er} juillet 1988, les États membres peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants provenant d'un moteur:~~

~~– refuser la réception de portée nationale d'un type de véhicule propulsé par un moteur Diesel~~

~~ou~~

~~– refuser la réception de portée nationale d'un type de moteur Diesel,~~

~~s'il ne satisfait pas aux exigences énoncées dans les annexes de la présente directive.~~

↓ 91/542/CEE Art. 2 par. 2 et 3 (adapté)

~~2. Les États membres ne peuvent plus délivrer la réception CEE ou le document prévu à l'article 10 paragraphe 1 dernier tiret de la directive 70/156/CEE et doivent refuser la réception de portée nationale pour les types de moteurs Diesel et les types de véhicules propulsés par un moteur Diesel:~~

~~– à partir du 1er juillet 1992 lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites fixées à la ligne A~~

~~– à partir du 1er octobre 1995 lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites fixées à la ligne B~~

~~du tableau figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE.~~

~~3. Jusqu'au 30 septembre 1993, le paragraphe 2 ne s'applique pas aux types de véhicules propulsés par un moteur Diesel si celui-ci est~~

~~décrit à l'annexe d'un certificat de réception accordé avant le 1er juillet 1992 conformément aux dispositions de la directive 88/77/CEE.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 2
(adapté)

~~2. À partir du 1^{er} octobre 2000, les États membres:~~

~~ne peuvent plus accorder la réception CE ou délivrer le document prévu à l'article 10, paragraphe 1, dernier tiret, de la directive 70/156/CEE~~

~~et~~

~~refusent la réception de portée nationale~~

1. Pour des types de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz , si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII ne sont pas satisfaites et, notamment, lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne A des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 2001/27/CE Art. 2 par. 2
(adapté)

~~2. À partir du 1^{er} octobre 2001, les États membres:~~

a) ~~ne peuvent plus~~ refusent d' accorder la réception CE ~~ni délivrer le document prévu~~ conformément à l'article 4 ~~10~~, paragraphe 1, ~~dernier tiret~~, de la directive 70/156/CEE

~~et~~

b) refusent la réception de portée nationale.

~~pour des types de moteurs à allumage par compression ou à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression ou à gaz, lorsque les exigences de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive, ne sont pas satisfaites.~~

↓ 88/77/CEE (adapté)

~~3. Jusqu'au 30 septembre 1990, le paragraphe 2 ne s'applique pas aux types de véhicules propulsés par un moteur Diesel ni aux types de moteur Diesel si le moteur Diesel est décrit à l'annexe d'un certificat de réception délivré avant cette date conformément à la directive 72/306/CEE.~~

~~4. À partir du 1^{er} octobre 1990, les États membres peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants provenant d'un moteur:~~

~~interdire l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de nouveaux véhicules propulsés par un moteur Diesel~~

~~ou~~

- ~~interdire la vente et l'utilisation de nouveaux moteurs Diesel, s'ils ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes de la présente directive.~~

↓ 91/542/CEE Art. 2 par. 4
(adapté)

~~4. À l'exception des véhicules et moteurs Diesel qui sont destinés à l'exportation vers les pays tiers, les États membres interdisent l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de nouveaux véhicules propulsés par un moteur Diesel, et la vente et l'utilisation de nouveaux moteurs Diesel:~~

~~— à partir du 1er octobre 1993 lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites fixées à la ligne A~~

~~— à partir du 1er octobre 1996 lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites fixées à la ligne B~~

~~du tableau figurant au point 8.3.1.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 3
(adapté)

2. ~~À partir du 1er octobre 2001 et~~ Sauf ~~sauf~~ dans le cas des véhicules et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, les États membres, si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII ne sont pas satisfaites et, notamment,

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

~~et~~

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

lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne A des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I , les Etats membres : ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 2001/27/CE Art. 2 par. 3
(adapté)

~~3. À partir du 1er octobre 2001 et sauf dans le cas des véhicules et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers ainsi que dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, les États membres:~~

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

et

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

~~pour des types de moteurs à allumage par compression et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression lorsque les exigences de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive, ne sont pas satisfaites.~~

↓ 2001/27/CE Art. 2 par. 4
(adapté)

~~4. 3. Sans préjudice des paragraphes 1 et 2, à À partir du 1er octobre 2003 et sauf dans le cas des véhicules et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers ainsi que dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, les États membres , pour des types de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à gaz qui ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII~~

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

et

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

~~pour des types de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à gaz, lorsque les exigences de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive, ne sont pas satisfaites.~~

↓ 88/77/CEE (adapté)

~~1. À partir du 1^{er} juillet 1988, les États membres ne peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants provenant d'un moteur:~~

- ~~– ni refuser la réception CEE, la délivrance du document prévu à l'article 10 paragraphe 1 dernier tiret de la directive 70/156/CEE ou la réception de portée nationale pour un type de véhicule, propulsé par un moteur Diesel,~~
- ~~– ni interdire l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de véhicules de ce type,~~
- ~~– ni refuser la réception CEE ou la réception de portée nationale pour un type de moteur Diesel,~~
- ~~– ni interdire la vente ou l'utilisation de nouveaux moteurs Diesel,~~

~~s'ils satisfont aux exigences énoncées dans les annexes de la présente directive.~~

↓ 91/542/CEE Art. 2 par. 1
(adapté)

~~1. À partir du 1er janvier 1992, les États membres ne peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant d'un moteur:~~

- ~~– ni refuser la réception CEE, la délivrance du document prévu à l'article 10 paragraphe 1 dernier tiret de la directive 70/156/CEE (5) ou la réception de portée nationale pour un type de véhicule propulsé par un moteur Diesel,~~
- ~~– ni interdire l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de nouveaux véhicules de ce type,~~
- ~~– ni refuser la réception CEE ou la réception de portée nationale pour un type de moteur Diesel,~~
- ~~– ni interdire la vente ou l'utilisation de nouveaux moteurs Diesel,~~

~~s'ils satisfont aux prescriptions contenues dans les annexes de la directive 88/77/CEE.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 1
(adapté)
⇒ nouveau

~~1. À partir du 1er juillet 2000, les États membres ne peuvent, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants et de particules polluantes ainsi que l'opacité des émissions de fumées provenant d'un moteur:~~

- ~~– ni refuser la réception CE, la délivrance du document prévu à l'article 10, paragraphe 1, dernier tiret, de la directive 70/156/CEE ou la réception de portée nationale pour un type de véhicule propulsé par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz,~~

~~ni interdire l'immatriculation, la vente, la mise en service ou l'utilisation de véhicules neufs de ce type,~~

~~ni refuser la réception CE pour un type de moteur à allumage par compression ou de moteur à gaz,~~

~~ni interdire la vente ou l'utilisation de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz neufs,~~

☒ 4. S'il est satisfait ☒ ~~s'ils satisfont~~ aux exigences appropriées énoncées dans ~~⇒ les annexes I à VIII et les articles 3 et 4~~ ☒ ~~les annexes de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive,~~ notamment lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur sont conformes aux valeurs limites indiquées ~~soit à la ligne A, soit aux lignes~~ ☒ à la ligne ☒ B1 ou ☒ à la ligne ☒ B2 ou aux valeurs limites ~~⇒ à caractère facultatif~~ ☒ indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 2001/27/CE Art. 2 par. 1
(adapté)

~~1. À partir du 1er octobre 2001, aucun État membre ne peut~~ ☒ les États membres ne peuvent ☒ ☒, pour des motifs concernant les émissions de gaz polluants et de particules polluantes ainsi que l'opacité des émissions de fumées provenant d'un moteur ☒:

- a) ~~refuser d'accorder la réception CE ou délivrer le document prévu~~ ☒ conformément ☒ à l'article ☒ 4 ☒ ~~10~~, paragraphe 1, ~~dernier tiret,~~ de la directive 70/156/CEE ou d'accorder la réception nationale pour un type de véhicule propulsé par un moteur à allumage par compression ou à gaz ☒ ; ☒ ~~ni~~
- b) interdire l'immatriculation, la vente, la mise en circulation ou l'utilisation de ~~des~~ véhicules neufs ☒ propulsés par un moteur à allumage par compression ou à gaz ; ☒ ~~ni~~
- c) refuser d'accorder la réception CE pour un type de moteur à allumage par compression ou à gaz ☒ ; ☒ ~~ni~~
- d) interdire la vente ou l'utilisation de nouveaux moteurs à allumage par compression ou à gaz.

~~si les exigences appropriées de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive, sont satisfaites.~~

↓ 2001/27/CE Art. 2 par. 5
(adapté)

~~5. Les États membres considèrent la conformité aux exigences de la présente directive comme une extension de la réception uniquement dans le cas d'un nouveau moteur à allumage par~~

~~compression ou d'un nouveau véhicule propulsé par un moteur à allumage par compression lorsqu'une réception a été précédemment accordée conformément aux exigences de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la directive 1999/96/CE. S'agissant de ces véhicules, les prescriptions de l'article 2, paragraphe 3, sont applicables à compter du 1er avril 2002.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 4
(adapté)
⇒ nouveau

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

☒ a) refusent d'☒ ~~ne peuvent plus~~ accorder la réception CE ☒ conformément ☒ ~~ou délivrer le document prévu~~ à l'article ☒ 4 ☒ ~~10~~, paragraphe 1, ~~dernier tiret~~, de la directive 70/156/CEE

et

☒ b) ☒ refusent la réception de portée nationale

~~pour des types de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B 1 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 5
(adapté)
⇒ nouveau

~~5.~~ 6. ☒ À partir du 1er octobre 2006 et sauf dans le cas des véhicules et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, ⇒ si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 ne sont pas satisfaites et, notamment, ⇐ ☒ lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, les États membres ☒:

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

et

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

~~lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B 1 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 6
(adapté)
⇒ nouveau

~~6~~☒ 7. ☒ À partir du 1er octobre 2008, ☒ pour des types de moteurs à allumage par compression ou à gaz et des types de véhicules propulsés par des moteurs à allumage par compression ou à gaz ☒ ⇒ qui ne satisfont pas aux exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 et, notamment, ⇐ ☒ lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B2 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, ☒ les États membres:

- ☒ a) refusent d' ☒ ~~ne peuvent plus~~ accorder la réception CE ☒ conformément ☒ ~~ou délivrer le document prévu~~ à l'article ☒ 4 ☒ ~~10~~, paragraphe 1, ~~dernier tiret~~, de la directive 70/156/CEE

et

- ☒ b) ☒ refusent la réception de portée nationale

~~pour des types de moteurs à allumage par compression ou de moteurs à gaz et des types de véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B 2 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 7
(adapté)
⇒ nouveau

~~7~~☒ 8. ☒ À partir du 1er octobre 2009 et sauf dans le cas des véhicules et moteurs destinés à l'exportation vers les pays tiers et dans le cas des moteurs de rechange pour véhicules en circulation, ⇒ si les exigences énoncées dans les annexes I à VIII et les articles 3 et 4 ne sont pas satisfaites et, notamment, ⇐ ☒ lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B2 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I, ☒ les États membres:

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

et

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

~~lorsque les émissions de gaz polluants et de particules polluantes et l'opacité des fumées provenant du moteur ne sont pas conformes aux valeurs limites indiquées à la ligne B2 des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

↓ 1999/96/CE Art. 2 par. 8
(adapté)
⇒ nouveau

☒ 9. ☒ Conformément au paragraphe 4~~4~~, un moteur qui satisfait aux exigences appropriées ☒ énoncées dans les ☒ ⇒ annexes I à VIII ⇐ ~~des annexes de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive~~, et qui ☒, notamment, ☒ respecte les valeurs limites indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive~~, est considéré comme conforme aux exigences des paragraphes ☒ 1, 2 et 3 ☒ ≠ ;

☒ Conformément au paragraphe 4 ☒ un moteur qui satisfait aux exigences appropriées ~~des annexes de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive~~ ☒ énoncées dans les ☒ ⇒ annexes I à VIII et les articles 3 et 4 ⇐, et qui ☒, notamment ☒, respecte les valeurs limites indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1. de l'annexe I ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive~~, est considéré comme conforme aux exigences des paragraphes ☒ 1, 2 et 3 et 5 à 8 ☒ ≠.

↓ 88/77/CEE (adapté)

Article 3

~~1. L'État membre qui a procédé à la réception d'un type de moteur Diesel prend les mesures nécessaires pour être informé de toute modification d'un des éléments ou d'une des caractéristiques visés à l'annexe I, point 2.3. Les autorités compétentes de cet État décident s'il doit être procédé, sur le moteur modifié, à de nouveaux essais accompagnés d'un nouveau procès-verbal. S'il ressort des essais que les prescriptions de la présente directive ne sont pas respectées, la modification n'est pas autorisée.~~

~~2. L'État membre qui a procédé à la réception d'un type de véhicule en ce qui concerne son moteur Diesel prend les mesures nécessaires pour être informé de toute modification de ce type de véhicule en ce qui concerne le moteur dont il est équipé. Les autorités compétentes de cet État décident si, après une telle modification, des mesures telles que prévues par la directive 70/156/CEE, notamment par ses articles 4 ou 6, doivent être prises.~~

☒ Durabilité des systèmes de contrôle des émissions ☒

↓ 1999/96/CE Art. 5 (adapté)
⇒ nouveau

☒ 1. ☒ À partir du 1er octobre 2005 pour les ☒ nouvelles réceptions ☒ ~~nouveaux types~~ et à partir du 1er octobre 2006 pour ☒ l'ensemble des réceptions ☒ ~~tous les types, les réceptions octroyées aux véhicules et aux moteurs homologuent également le bon fonctionnement des équipements antipollution pendant la durée de vie normale d'un véhicule ou d'un moteur.~~ ⇒ le constructeur doit démontrer qu'un moteur à allumage par compression ou un moteur à gaz réceptionné conformément aux limites d'émissions indiquées à la ligne B1, à la ligne B2 ou à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1. de l'annexe I respecte lesdites limites d'émissions au cours d'une durée de vie de: ⇐

a) ⇒ 100 000 km ou cinq ans d'utilisation au maximum, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules de la catégorie N₁; ⇐

b) ⇒ 200 000 km ou six ans d'utilisation au maximum, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules des catégories N₂ et M₂; ⇐

c) ⇒ 500 000 km ou sept ans d'utilisation au maximum, au premier des deux termes échu, dans le cas de moteurs destinés à des véhicules des catégories N₃ et M₃. ⇐

~~La Commission examine les différences entre les durées de vie normales de diverses catégories de véhicules et envisage de proposer des exigences de durabilité appropriées pour chaque catégorie.~~

↓ 1999/96/CE Art. 6 (adapté)

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

~~Cette disposition doit être confirmée et complétée par la Commission conformément à l'article 7.~~

☒ 2. Les mesures nécessaires pour la mise en oeuvre du paragraphe 1 sont adoptées pour le [30 juin 2004] au plus tard. ☒

↓ 88/77/CEE (adapté)

Article 4

⊗ Systèmes de diagnostic embarqués ⊗

↓ 1999/96/CE Art. 4 (adapté)
⇒ nouveau

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

~~La Commission propose au Parlement européen et au Conseil des dispositions à cet effet. Elles comprennent:~~

- ~~— l'accès illimité et normalisé au système OBD à des fins d'inspection, de diagnostic, d'entretien et de réparation;~~
 - ~~— la normalisation des codes de dysfonctionnement;~~
 - ~~— la compatibilité des pièces de rechange pour faciliter la réparation, le remplacement et l'entretien des véhicules équipés d'un système OBD.~~
-

↓ nouveau

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

- a) d'un catalyseur, lorsqu'il est installé comme entité distincte, qu'il fasse ou non partie d'un système de dénitrification ou d'un filtre à particules diesel,
- b) d'un système de dénitrification, lorsqu'il y en a un,
- c) d'un filtre à particules diesel, lorsqu'il y en a un,
- d) d'un système combiné de dénitrification et de filtre à particules diesel.

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

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

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

Ligne	Moteurs à allumage par compression	
	Masse des oxydes d'azote (NO _x) g/kWh	Masse des particules (PT) g/kWh
B1 (2005)	7,0	0,1
B2 (2008)	7,0	0,1
C (EEV)	7,0	0,1

4. Les mesures nécessaires pour la mise en œuvre des dispositions des paragraphes 1, 2 et 3 sont adoptées pour le [30 juin 2004], au plus tard.

↓ 88/77/CEE (adapté)

⊗ Article 5 ⊗

⊗ Incitations fiscales ⊗

↓ 91/542/CEE Art. 3 (adapté)

~~Les États membres peuvent prévoir des incitations fiscales pour les véhicules visés par la présente directive. Ces incitations doivent être conformes aux dispositions du traité et répondre en outre aux conditions suivantes:~~

~~elles doivent valoir pour la totalité de la production automobile nationale et des véhicules importés qui sont commercialisés sur le marché d'un État membre et sont équipés de dispositifs permettant de satisfaire, par anticipation, aux normes européennes qui devront être respectées en 1996;~~

~~elles prendront fin dès l'entrée en vigueur obligatoire des valeurs d'émissions fixée à l'article 2 paragraphe 4 pour les nouveaux véhicules;~~

~~elles doivent être, pour chaque type de véhicule, d'un montant substantiellement inférieur au coût réel des dispositifs introduits pour que soient respectées les valeurs fixées et de leur installation sur le véhicule.~~

~~La Commission doit être informée en temps utile, pour pouvoir présenter ses observations, des projets tendant à instituer ou à modifier des incitations fiscales telles que visées au premier alinéa.~~

↓ 1999/96/CE Art. 3 (adapté)

1. Les États membres ne peuvent prévoir des incitations fiscales que pour les véhicules à moteur conformes à la ~~directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la~~ présente directive. Ces incitations doivent être conformes aux dispositions du traité et ~~répondre~~ au paragraphe 2 ou au paragraphe 3 du présent article ~~aux conditions suivantes fixées aux points a) ou b):~~

~~a)~~ 2. Les incitations ~~elles~~ sont valables pour la totalité des véhicules neufs commercialisés sur le marché d'un État membre qui satisfont, par anticipation, aux valeurs limites indiquées à la ligne B1 ou à la ligne B2 ~~A~~ des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive, et par la suite, à partir du 1er octobre 2000, aux valeurs limites indiquées aux lignes B 1 ou B 2 desdits tableaux.~~

Elles prennent fin dès l'application obligatoire des valeurs limites d'émission indiquées ~~fixées~~ à la ligne B1 et visées à l'article 2, paragraphe 6 3, ~~pour les véhicules neufs ou au plus tard, à la date prévue pour~~ dès l'application obligatoire des valeurs limites d'émission indiquées à la ligne ~~aux lignes B 1 ou B 2~~ et visées à l'article 2, paragraphe 8 ~~des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive;~~

~~b)~~ 3. Les incitations ~~elles~~ sont valables pour la totalité des véhicules neufs commercialisés sur le marché d'un État membre qui satisfont aux valeurs limites à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive.~~

~~c)~~ 4. Outre les conditions visées au paragraphe 1, ~~P~~ pour chaque type de véhicule, les incitations ne dépassent pas le montant du coût supplémentaire des dispositifs techniques adoptés pour respecter les valeurs limites indiquées à la ligne B1 ou à la ligne B2 ~~soit à la ligne A soit aux lignes B 1 ou B 2~~ ou les valeurs limites à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de l'annexe I ~~de la directive 88/77/CEE, telle que modifiée par la présente directive,~~ et de leur installation sur le véhicule.

~~d)~~ 5. Les États membres informent la Commission ~~La Commission est informée~~ en temps utile des projets visant ~~tendant~~ à introduire ou à modifier les incitations fiscales visées au présent article, de manière à pouvoir présenter ses observations.

↓ 88/77/CEE Art. 4 (adapté)
⇒ nouveau

Article ~~4~~ 6

⊗ Mesures de mise en oeuvre et modifications ⊗

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

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

~~Article 5~~

~~1. Les États membres mettent en vigueur les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer à la directive avant le 1er juillet 1988. Ils en informent immédiatement la Commission.~~

~~2. Dès la notification de la présente directive, les États membres veillent, en outre, à informer la Commission, en temps utile pour lui permettre de présenter ses observations, de tous projets ultérieurs de dispositions essentielles d'ordre législatif, réglementaire ou administratif qu'ils envisagent d'adopter dans le domaine régi par la présente directive.~~

↓ 88/77/CEE Art. 6 (adapté)

Article ~~6~~ 7

⊗ Réexamen et rapports ⊗

~~Au plus tard à la fin de 1988, le Conseil examine, sur la base d'une proposition de la Commission, l'application d'une nouvelle réduction des valeurs limites pour les trois polluants faisant l'objet de la présente directive et la fixation des valeurs limites pour les émissions de particules.~~

↓ 91/542/CEE Art. 5 (adapté)

~~1. Avant la fin 1991, le Conseil décide, à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission, les dispositions prévoyant la disponibilité dans les États membres d'un carburant Diesel amélioré dont la teneur maximale autorisée en soufre est égale à 0,05 %.~~

~~2. Avant la fin de 1993, la Commission, dans un rapport au Conseil, rend compte des progrès accomplis en ce qui concerne:~~

~~— la disponibilité des techniques de contrôle des émissions de polluants atmosphériques provenant des moteurs Diesel, notamment pour les moteurs de moins de 85 kW,~~

~~— une nouvelle méthode statistique pour le contrôle de la conformité de la production devant être adoptée conformément aux dispositions de l'article 4 de la directive 88/77/CEE.~~

~~Elle soumet, le cas échéant, au Conseil une proposition visant à réviser à la hausse les valeurs limites des émissions de particules. Le Conseil se prononce sur la base de cette proposition au plus tard le 30 septembre 1994.~~

~~3. Avant la fin de 1996, en fonction des progrès techniques accomplis, la Commission soumet au Conseil une révision des valeurs limites des émissions polluantes associée, le cas échéant, à une révision de la procédure d'essai. Les nouvelles valeurs limites ne sont pas applicables avant le 1er octobre 1999 en ce qui concerne les nouvelles réceptions par type.~~

↓ 91/542/CEE Art. 6

~~Le Conseil, statuant à la majorité qualifiée sur base d'une proposition de la Commission qui tient compte des résultats des travaux en cours sur les effets de serre, décide des mesures visant à limiter les émissions de CO₂ en provenance des véhicules à moteur.~~

↓ 1999/96/CE Art. 7 (adapté)
⇒ nouveau

⇒ 1. La Commission examine la nécessité d'introduire de nouvelles valeurs limites d'émissions applicables aux poids lourds et moteurs de poids lourds pour les polluants non réglementés jusqu'à présent. Cet examen repose sur l'introduction plus importante de nouveaux carburants de substitution et sur la mise en place de nouveaux systèmes de contrôle des émissions de gaz d'échappement compatibles avec les additifs afin de satisfaire aux futures normes établies dans la présente directive. Le cas échéant, la La Commission présente une proposition au Parlement européen et au Conseil ~~une proposition confirmant ou complétant la présente directive au plus tard douze mois à compter de son entrée en vigueur ou le 31 décembre 2000, selon la date qui précède.~~

~~La proposition prend en considération:~~

~~— la procédure d'examen précisée à l'article 3 de la directive 98/69/CE du Parlement européen et du Conseil(12) et à l'article 9 de la directive 98/70/CE du Parlement européen et du Conseil(13),~~

~~— l'évolution des techniques de contrôle des émissions des moteurs à allumage par compression et des moteurs à gaz, y compris les techniques de post-traitement, compte tenu des liens réciproques entre lesdites techniques et la qualité des carburants,~~

~~— la nécessité d'améliorer la précision et la répétabilité des procédures actuelles de mesure et d'échantillonnage des émissions très faibles de particules provenant des moteurs,~~

~~— les progrès réalisés à l'échelle mondiale en matière d'harmonisation d'un cycle d'essai destiné aux essais de réception,~~

et elle comprend:

~~— des dispositions relatives à l'introduction d'un système OBD pour les véhicules lourds à partir du 1er octobre 2005, conformément aux dispositions de l'article 4 de la présente directive et par analogie avec les dispositions de la directive 98/69/CE relative à la réduction des émissions polluantes des voitures particulières et des véhicules utilitaires légers,~~

~~— des dispositions relatives à la durée de vie des équipements antipollution à partir du 1er octobre 2005, conformément aux dispositions de l'article 5 de la présente directive,~~

~~— des dispositions visant à assurer la conformité des véhicules en circulation dans la procédure de réception des véhicules à partir du 1er octobre 2005, conformément aux dispositions de l'article 6 de la présente directive, compte tenu des particularités des essais effectués sur les moteurs de ces véhicules et des informations spécifiques provenant du système OBD dans le cadre d'une approche coût-efficacité,~~

~~— des valeurs limites appropriées pour les polluants qui ne sont pas réglementés pour le moment du fait de l'introduction généralisée de nouveaux carburants de substitution.~~

2. La Commission rend compte, ~~pour le 31 décembre 2001 au plus tard,~~ au Parlement européen et au Conseil de l'état d'avancement des négociations relatives à la mise au point d'un cycle de service harmonisé au niveau mondial (WHDC) l'harmonisation mondiale des cycles d'essai.

3. La Commission soumet au Parlement européen et au Conseil, ~~au plus tard le 30 juin 2002,~~ un rapport sur les exigences relatives à l'utilisation d'un système de mesure embarqué (OBM) . Sur la base de ce rapport, la Commission soumet , le cas échéant, une proposition prévoyant des ~~que les mesures devant entrer en vigueur au plus tard le 1er janvier 2005~~ incluant ~~incluront~~ les spécifications techniques et les annexes correspondantes de manière à prévoir que la réception des systèmes OBM garantit des niveaux de contrôle au moins équivalents à ceux des systèmes OBD et leur compatibilité avec ces systèmes.

4. La Commission examine ~~examinera, pour le 31 décembre 2002 au plus tard,~~ la technologie disponible afin de confirmer la norme NOx obligatoire pour 2008 dans un rapport qu'elle soumet ~~soumettra~~ au Parlement européen et au Conseil, accompagné, le cas échéant, de propositions appropriées.



Article 8

Transposition

1. Les États membres adoptent et publient, au plus tard le ... [12 mois après l'entrée en vigueur de la présente directive], les dispositions législatives, réglementaires et administratives nécessaires pour se conformer aux articles 3 et 4. Ils communiquent immédiatement à la Commission le texte de ces dispositions ainsi qu'un tableau de correspondance entre ces dispositions et la présente directive.

Ils appliquent ces dispositions à partir du ... [12 mois après l'entrée en vigueur de la présente directive].

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

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

Article 9

Abrogation

1. Les directives visées à l'annexe IX, partie A, sont abrogées avec effet au [lendemain de la date figurant à l'article 8, paragraphe 1, deuxième alinéa], sans préjudice des obligations des États membres en ce qui concerne les délais de transposition en droit national et d'application des directives indiqués à l'annexe IX, partie B.
2. Les références faites aux directives abrogées s'entendent comme faites à la présente directive et sont à lire selon le tableau de correspondance figurant à l'annexe X.

Article 10

Entrée en vigueur

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

Article ~~7~~ 11

⊠ Destinataires ⊠

Les États membres sont destinataires de la présente directive.

Fait à Bruxelles, le

*Pour le Parlement européen,
Le président
[...]*

*Pour le Conseil,
Le président
[...]*

ANNEXE I

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

1. CHAMP D'APPLICATION

La présente directive s'applique aux gaz polluants et aux particules polluantes de tous les véhicules équipés de moteurs à allumage par compression et aux gaz polluants de tous les véhicules équipés de moteurs à allumage commandé qui fonctionnent au gaz naturel ou au GPL ainsi qu'aux moteurs à allumage par compression et aux moteurs à allumage commandé tels que définis à l'article 1^{er}, à l'exception des véhicules des catégories N₁, N₂ et M₂ pour lesquels la certification a été délivrée conformément à la directive 70/220/CEE du Conseil¹, modifiée en dernier lieu par la directive 98/77/CE de la Commission².

2. DÉFINITIONS ET ABRÉVIATIONS

Aux fins de la présente directive, il faut entendre par:

- 2.1. «cycle d'essai», une séquence de points d'essai, chaque point étant défini par une vitesse et un couple, que le moteur doit respecter en modes stabilisés (essai ESC) ou dans des conditions de fonctionnement transitoires (essais ETC, ELR);
- 2.2. «réception d'un moteur (d'une famille de moteurs)», la réception d'un type de moteur (d'une famille de moteurs) en ce qui concerne le niveau d'émission de gaz polluants et de particules polluantes;
- 2.3. «moteur Diesel», un moteur qui fonctionne selon le principe de l'allumage par compression;

«moteur à gaz», un moteur qui fonctionne au gaz naturel (GN) ou au gaz de pétrole liquéfié (GPL);
- 2.4. «type de moteur», une catégorie de moteurs qui ne présentent pas entre eux de différence quant aux aspects essentiels comme les caractéristiques du moteur définies à l'annexe II de la présente directive;
- 2.5. «famille de moteurs», un regroupement de moteurs de constructeurs qui, de par leur conception, telle que définie à l'annexe II, appendice 2, de la présente directive, présentent des caractéristiques similaires en matière d'émission de gaz d'échappement; tous les membres de la famille doivent satisfaire aux valeurs limites d'émissions en vigueur;
- 2.6. «moteur parent», un moteur sélectionné dans une famille de moteurs de manière que ses caractéristiques d'émissions soient représentatives de cette famille de moteurs;

¹ JO L 76 du 6.4.1970, p. 1.

² JO L 286 du 23.10.1998, p. 1.

- 2.7. «gaz polluants», le monoxyde de carbone, les hydrocarbures [en supposant un taux de $\text{CH}_{1,85}$ pour le diesel, de $\text{CH}_{2,525}$ pour le GPL et de $\text{CH}_{2,93}$ pour le gaz naturel (HCNM) et une molécule supposée de $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$ pour les moteurs Diesel à l'éthanol], le méthane (en supposant un taux de CH_4 pour le gaz naturel) et les oxydes d'azote, ces derniers exprimés en équivalent de dioxyde d'azote (NO_2);
- «particules polluantes», toute substance recueillie sur une matière filtrante déterminée, après dilution des gaz d'échappement avec de l'air propre filtré, de sorte que la température ne dépasse pas 325 K (52 °C);

- 2.8. «fumées», les particules en suspension dans le flux de gaz d'échappement d'un moteur Diesel qui absorbent, réfléchissent ou réfractent la lumière;
- 2.9. «puissance nette», la puissance en kW «CE» mesurée au banc d'essai, en bout du vilebrequin ou de l'organe équivalent, conformément à la méthode de mesure fixée par la directive 80/1269/CEE de la Commission³, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CE⁴;
- 2.10. «puissance maximale déclarée (P_{max})», la puissance maximale en kW «CE» (puissance nette) qui est déclarée par le constructeur dans sa demande de réception;
- 2.11. «taux de charge», la proportion du couple maximal disponible utilisée à un régime donné du moteur;
- 2.12. «essai ESC», cycle d'essai de 13 modes en régimes stabilisés à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;
- 2.13. «essai ELR», un cycle d'essai comportant une séquence de prises en charges dynamiques à régimes constants du moteur à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;
- 2.14. «essai ETC», un cycle d'essai comportant 1 800 modes transitoires seconde par seconde à appliquer conformément au point 6.2 de la présente annexe;
- 2.15. «gamme de régimes d'exploitation du moteur», la gamme des régimes du moteur les plus fréquents en exploitation du moteur qui est comprise entre le régime inférieur et le régime supérieur définis à l'annexe III de la présente directive;
- 2.16. «régime inférieur (n_{inf})», le régime le plus bas du moteur auquel 50 % de la puissance maximale déclarée sont disponibles;
- 2.17. «régime supérieur (n_{sup})», le régime le plus élevé du moteur auquel 70 % de la puissance maximale déclarée sont disponibles;

³ JO L 375 du 31.12.1980, p. 46.

⁴ JO L 125 du 16.5.1997, p. 31.

- 2.18. «régimes A, B et C du moteur», les régimes d'essai, compris dans la gamme des régimes d'exploitation du moteur, qui doivent être utilisés pour les essais ESC et ELR définis à l'annexe III, appendice 1, de la présente directive;
- 2.19. «zone de contrôle», la zone comprise entre les régimes A et C du moteur et entre un taux de charge de 25 à 100 %;
- 2.20. «régime de référence ($n_{\text{réf.}}$)», la valeur de régime à 100 % à utiliser pour dénormaliser les valeurs de régime relatives de l'essai ETC définies à l'annexe III, appendice 2, de la présente directive;
- 2.21. «opacimètre», un instrument destiné à mesurer l'opacité des particules de fumée selon le principe d'extinction de la lumière;
- 2.22. «gamme de gaz naturel», une des gammes H ou L définies dans la norme européenne EN 437 de novembre 1993;
- 2.23. «auto-adaptabilité», tout dispositif du moteur qui permet de maintenir le rapport air/carburant constant;
- 2.24. «réétalonnage», un réglage fin d'un moteur à gaz naturel destiné à assurer les mêmes performances (puissance, consommation de carburant) dans une autre gamme de gaz naturel;
- 2.25. «indice de Wobbe (Winf. inférieur ou Wsup.supérieur)», le rapport de la valeur calorifique correspondante d'un gaz par unité de volume à la racine carrée de sa densité relative dans les mêmes conditions de référence:

$$W = H_{\text{gaz}} \times \sqrt{\frac{\rho_{\text{air}}}{\rho_{\text{gaz}}}}$$

- 2.26. «coefficient de recalage λ (S_λ)», une expression qui décrit la souplesse requise du système de gestion du moteur en ce qui concerne une modification du rapport d'excès d'air λ si le moteur est alimenté avec une composition de gaz différente du méthane pur (voir l'annexe VII pour la détermination de S_λ);
- ~~2.27. «EEV», un véhicule plus respectueux de l'environnement (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle), à savoir un type de véhicule propulsé par un moteur qui respecte les valeurs cibles d'émission à caractère facultatif indiquées à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1 de la présente annexe;~~

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 1
(adapté)

~~2.28~~-2.27. «dispositif d'invalidation», tout dispositif qui mesure, détecte ou réagit à des variables de marche (par exemple, vitesse du véhicule, régime du moteur, vitesse enclenchée, température, pression d'admission ou tout autre paramètre) en vue d'activer, de moduler, de retarder ou de désactiver le fonctionnement d'un composant ou d'une fonction du système de contrôle des émissions, de telle sorte que l'efficacité de ce système soit réduite dans les conditions normales d'utilisation du véhicule, à moins que l'usage d'un tel dispositif ne soit largement pris en compte dans les procédures d'essai de certification appliquées en matière d'émissions.

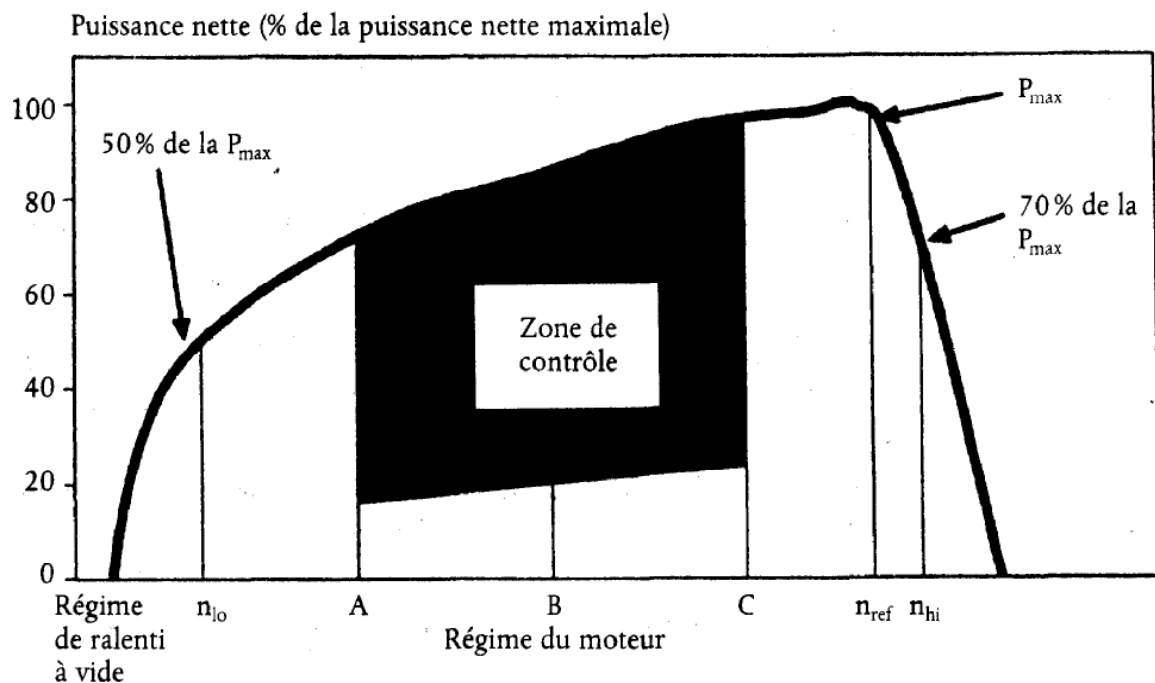
↓ 1999/96/CE Art.1 pt 3 et Annexe.

Un tel dispositif ne sera pas considéré comme un dispositif de manipulation si

- la nécessité de ce dispositif est justifiée pour protéger le moteur des dommages ou des défaillances et s'il n'existe pas d'autres mesures applicables à cet effet qui ne réduisent pas l'efficacité du système de contrôle des émissions;
- le dispositif ne fonctionne qu'en cas de nécessité lors du démarrage et/ou de la mise en température du moteur et s'il n'existe pas d'autres mesures applicables à cet effet qui ne réduisent pas l'efficacité du système de contrôle des émissions.

Figure 1

Définitions spécifiques des cycles d'essai



↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 2
(adapté)

~~2.29.~~ 2.28. «dispositif de contrôle auxiliaire», tout système, toute fonction ou stratégie de contrôle installée sur un moteur ou un véhicule utilisée pour protéger le moteur et/ou son équipement auxiliaire contre des conditions de marche susceptibles d'entraîner détériorations ou pannes, ou utilisée pour faciliter le démarrage du moteur. Un dispositif de contrôle auxiliaire peut également être une stratégie ou une mesure dont il a été démontré de façon satisfaisante qu'il ne s'agissait pas d'un dispositif d'invalidation;

~~2.30.~~ 2.29. «stratégie irrationnelle de contrôle des émissions», toute stratégie ou tout dispositif qui, lorsque le véhicule fonctionne dans les conditions normales d'utilisation, réduit l'efficacité du système de contrôle des émissions à un niveau inférieur à celui anticipé par la procédure d'essai applicable en matière d'émissions.

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe
(adapté)
→₁ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 3

→₁ ~~2.31.~~ 2.30. **Symboles et abréviations**

→₁ ~~2.31.1.~~ 2.30.1. *Symboles des paramètres d'essai*

Symbole	Unité	Explication
A _P	m ²	Aire de la section de la sonde de prélèvement isocinétique
A _T	m ²	Aire de la section du tuyau d'échappement
CE _E	—	Sensibilité à l'éthane
CE _M	—	Sensibilité au méthane
C ₁	—	Hydrocarbures équivalents en carbone 1
conc	ppm/% vol	Indice indiquant la concentration
D ₀	m ³ /s	Coordonnée à l'origine de la fonction d'étalonnage de la pompe volumétrique
DF	—	Facteur de dilution
D	—	Constante de la fonction de Bessel
E	—	Constante de la fonction de Bessel
E _Z	g/kWh	Émissions interpolées de NO _x du point de contrôle
f _a	—	Facteur atmosphérique en laboratoire

f_c	s^{-1}	Fréquence de coupure du filtre de Bessel
F_{FH}	—	Facteur spécifique de carburant pour calculer la concentration humide à partir de la concentration sèche
F_S	—	Facteur stœchiométrique
G_{AIRW}	kg/h	Débit massique d'air à l'admission dans des conditions humides
G_{AIRD}	kg/h	Débit massique d'air à l'admission dans des conditions sèches
G_{DILW}	kg/h	Débit massique d'air de dilution dans des conditions humides
G_{EDFW}	kg/h	Débit massique équivalent de gaz d'échappement dilués dans des conditions humides
G_{EXHW}	kg/h	Débit massique de gaz d'échappement dans des conditions humides
G_{FUEL}	kg/h	Débit massique de carburant
G_{TOTW}	kg/h	Débit massique de gaz d'échappement dilués dans des conditions humides
H	MJ/m^3	Pouvoir calorifique
$H_{Réf}$	g/kg	Valeur de référence d'humidité absolue (10,71 g/kg)
H_a	g/kg	Humidité absolue de l'air d'admission
H_d	g/kg	Humidité absolue de l'air de dilution
H_{TCRAT}	mol/mol	Rapport hydrogène-carbone
i	—	Indice indiquant un mode individuel
K	—	Constante de Bessel
k	m^{-1}	Coefficient d'absorption de la lumière
$K_{H,D}$	—	Facteur de correction d'humidité de NO_x pour moteurs Diesel
$K_{H,G}$	—	Facteur de correction d'humidité de NO_x pour moteurs à gaz
K_v	—	Fonction d'étalonnage de CFV
$K_{W,a}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches

		à des conditions humides pour l'air d'admission
$K_{W,d}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour l'air de dilution
$K_{W,e}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour les gaz d'échappement dilués
$K_{W,r}$	—	Facteur de correction lors du passage de conditions sèches à des conditions humides pour les gaz d'échappement bruts
L	%	Taux de couple en fonction du couple maximum pour le régime du moteur d'essai
L_a	m	Longueur effective du chemin optique
m		Pente de la fonction d'étalonnage de la pompe volumétrique
mass	g/h ou g	Indice indiquant le débit massique des émissions
M_{DIL}	kg	Masse de l'échantillon d'air de dilution au travers des filtres de prélèvement des particules
M_d	mg	Masse de l'échantillon de particules de l'air de dilution collecté
M_f	mg	Masse collectée de l'échantillon de particules
$M_{f,p}$	mg	Masse collectée de l'échantillon de particules sur le filtre primaire
$M_{f,b}$	mg	Masse collectée de l'échantillon de particules sur le filtre secondaire
M_{SAM}	kg	Masse de l'échantillon de gaz d'échappement dilués au travers des filtres de prélèvement des particules
M_{SEC}	kg	Masse de l'air de dilution secondaire
M_{TOTW}	kg	Masse totale de l'échantillon à volume constant sur la durée du cycle dans des conditions humides
$M_{TOTW,i}$	kg	Masse instantanée de l'échantillon à volume constant dans des conditions humides
N	%	Opacité
N_p	—	Nombre total de tours de la pompe volumétrique sur la durée du cycle

$N_{p,i}$	—	Nombre de tours de la pompe volumétrique durant un intervalle de temps
n	tr/min	Régime du moteur
n_p	s^{-1}	Vitesse de la pompe volumétrique
n_{hi}	tr/min	Régime élevé du moteur
n_{lo}	tr/min	Régime bas du moteur
n_{ref}	tr/min	Régime de référence du moteur pour l'essai ETC
p_a	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air d'admission du moteur
p_A	kPa	Pression absolue
p_B	kPa	Pression atmosphérique totale
p_d	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air de dilution
p_s	kPa	Pression atmosphérique sèche
p_l	kPa	Dépression à la lumière d'aspiration
$P(a)$	kW	Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à monter pour l'essai
$P(b)$	kW	Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai
$P(n)$	kW	Puissance nette non corrigée
$P(m)$	kW	Puissance mesurée au banc d'essai
Ω	—	Constante de Bessel
Q_s	m^3/s	Débit volumique de l'échantillon à volume constant
q	—	Taux de dilution
r	—	Rapport de l'aire de la section de la sonde isocinétique à celle du tuyau d'échappement
R_a	%	Humidité relative de l'air d'admission
R_d	%	Humidité relative de l'air de dilution
R_f	—	Taux de réponse du détecteur d'ionisation de flamme
ρ	kg/m^3	Densité

S	kW	Calibrage du dynamomètre
S_i	m^{-1}	Valeur instantanée des fumées
S_λ	—	Facteur de recalage
T	K	Température absolue
T_a	K	Température absolue de l'air d'admission
t	s	Temps de mesure
t_e	s	Temps de réponse électrique
t_f	s	Temps de réponse des filtres pour la fonction de Bessel
t_p	s	Temps de réponse physique
Δt	s	Intervalle de temps entre des données de fumées successives (= 1/fréquence de prélèvement des échantillons)
Δt_i	s	Intervalle de temps pour un écoulement instantané du CFV
τ	%	Transmittance des fumées
V_0	m^3/tr	Débit volumique de la pompe volumétrique dans des conditions réelles
W	—	Indice de Wobbe
$W_{eff.}$	kWh	Travail du cycle effectif de l'essai ETC
$W_{réf.}$	kWh	Travail du cycle de référence de l'essai ETC
WF	—	Facteur de pondération
WF_E	—	Facteur de pondération effectif
X_0	m^3/tr	Fonction d'étalonnage du débit volumique de la pompe volumétrique
Y_i	m^{-1}	Moyenne de Bessel sur 1 s des fumées

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 3
(adapté)

~~2.31.2.~~ ☒ 2.30.2. ☒ *Symboles des composants chimiques*

CH ₄	Méthane
C ₂ H ₆	Éthane
C ₂ H ₅ OH	Éthanol
C ₃ H ₈	Propane
CO	Monoxyde de carbone
DOP	Di-octylphtalate
CO ₂	Dioxyde de carbone
HC	Hydrocarbures
HCNM	Hydrocarbures non méthaniques
Nox	Oxydes d'azote
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
PT	Particules

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe
(adapté)
→₁ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 3

→₁ ~~2.31.3.~~ ☒ 2.30.3. ☒ ← *Abréviations*

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

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

3. DEMANDE DE RÉCEPTION CE

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

- 3.1.1. La demande de réception d'un type de moteur ou d'une famille de moteurs en ce qui concerne le niveau d'émission de gaz polluants et de particules polluantes de moteurs Diesel et le niveau d'émission de gaz polluants de moteurs à gaz est introduite par le constructeur du moteur ou un mandataire dûment accrédité.
- 3.1.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:
 - 3.1.2.1. une description du type de moteur ou, lorsqu'il y a lieu, de la famille de moteurs, spécifiant toutes les caractéristiques énumérées à l'annexe II de la présente directive en application des articles 3 et 4 de la directive 70/156/CEE.
 - 3.1.3. Un moteur conforme aux caractéristiques du «type de moteur» ou du «moteur parent» définies à l'annexe II doit être présenté au service technique chargé des essais de réception prescrits au point 6.

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

- 3.2.1. La demande de réception d'un véhicule en ce qui concerne l'émission de gaz polluants et de particules polluantes par son moteur ou sa famille de moteurs Diesel et le niveau d'émission de gaz polluants par son moteur ou sa famille de moteurs à gaz est introduite par le constructeur du véhicule ou par un mandataire dûment accrédité.
- 3.2.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:
 - 3.2.2.1. une description du type de véhicule, des éléments du véhicule liés au moteur et, lorsqu'il y a lieu, du type de moteur ou de la famille de moteurs, spécifiant les caractéristiques énumérées à l'annexe II ainsi que la documentation demandée conformément à l'article 3 de la directive 70/156/CEE.

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

- 3.3.1. La demande de réception d'un véhicule en ce qui concerne l'émission de gaz polluants et de particules polluantes par son moteur ou sa famille de moteurs Diesel réceptionné et le niveau d'émission de gaz polluants par son moteur ou sa famille de moteurs à gaz réceptionné est introduite par le constructeur du véhicule ou par un mandataire dûment accrédité.
- 3.3.2. Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des informations suivantes:
- 3.3.2.1. une description du type de véhicule et des éléments du véhicule liés au moteur, spécifiant les caractéristiques énumérées à l'annexe II, dans la mesure où elles sont pertinentes, ainsi qu'une copie du certificat de réception CE (annexe VI) délivré pour le moteur ou, lorsqu'il y a lieu, pour la famille de moteurs en tant qu'entité technique distincte installée sur le type de véhicule ainsi que la documentation demandée conformément à l'article 3 de la directive 70/156/CEE.

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 4

4. RÉCEPTION CE

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

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

- 4.1.1. Dans le cas d'un carburant diesel, le moteur parent satisfait aux exigences de la présente directive avec le carburant de référence prescrit à l'annexe IV.
- 4.1.2. Dans le cas du gaz naturel, le moteur parent doit démontrer son aptitude à s'adapter à toute composition de carburant susceptible d'être rencontrée sur le marché. En ce qui concerne le gaz naturel, il existe en général deux types de carburants — le carburant à haut pouvoir calorifique (gaz H) et le carburant à faible pouvoir calorifique (gaz L) — qui sont néanmoins très variables dans les deux gammes; ils diffèrent sensiblement par leur contenu énergétique exprimé par l'indice de Wobbe et leur facteur de recalage ($S\lambda$). Les formules permettant de calculer l'indice de Wobbe et $S\lambda$ figurent aux points 2.25 et 2.26. Les gaz naturels dont le facteur de recalage se situe entre 0,89 et 1,08 ($0,89 \leq S\lambda \leq 1,08$) sont considérés comme des gaz H, alors que ceux dont le facteur de recalage se situe entre 1,08 et 1,19 ($1,08 \leq S\lambda \leq 1,19$) sont considérés comme des gaz L. La composition des carburants de référence reflète les variations extrêmes de $S\lambda$.

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

- 4.1.2.1. À la demande du fabricant, le moteur peut être testé avec un troisième carburant (carburant 3) si le facteur de recalage ($S\lambda$) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de la gamme GR) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme G25), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.
- 4.1.3. Dans le cas d'un moteur fonctionnant au gaz naturel qui s'adapte automatiquement à la gamme des gaz H et à la gamme des gaz L et qui passe d'une gamme à l'autre au moyen d'un commutateur, le moteur parent doit être testé avec le carburant de référence correspondant, tel que défini à l'annexe IV pour chaque gamme, et ce dans chaque position du commutateur. Les carburants sont G_R (carburant 1) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz H et G_{25} (carburant 2) et G_{23} (carburant 3) pour la gamme des gaz L. Le moteur parent doit satisfaire aux exigences de la présente directive dans les deux positions du commutateur, sans correction de l'alimentation entre les deux essais effectués dans chaque position du commutateur. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.
- 4.1.3.1. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec un troisième carburant au lieu de G_{23} (carburant 3) si le facteur de recalage ($S\lambda$) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de la gamme GR) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme G25), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.
- 4.1.4. Dans le cas des moteurs fonctionnant au gaz naturel, le rapport des résultats d'émissions «r» est déterminé comme suit pour chaque polluant:

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

ou

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

et

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

- 4.1.5. Dans le cas du GPL, le moteur parent doit faire preuve de son aptitude à s'adapter à toute composition de carburant susceptible d'être rencontrée sur le marché. Il existe, à cet égard,

des variations dans la composition C3/C4. Ces variations se reflètent dans les carburants de référence. Le moteur parent doit satisfaire aux exigences d'émission avec les carburants de référence A et B, tels que définis à l'annexe IV, sans correction de l'alimentation entre les deux essais. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

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

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

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

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

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

Le moteur parent est testé avec le carburant de référence correspondant, tel que défini à l'annexe IV pour chaque gamme. Les carburants sont G_R (carburant 1) et G₂₃ (carburant 3) pour la gamme des gaz H et G₂₅ (carburant 2) et G₂₃ (carburant 3) pour la gamme des gaz L. Le moteur parent doit satisfaire aux exigences de la présente directive, sans correction de l'alimentation entre les deux essais. À des fins d'adaptation, un fonctionnement du moteur sur un cycle ETC, sans mesure, est toutefois permis après le changement de carburant. Avant les essais, le moteur parent doit être rodé en appliquant la procédure indiquée au point 3 de l'appendice 2 de l'annexe III.

4.2.1.1. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec un troisième carburant au lieu de G₂₃ (carburant 3) si le facteur de recalage λ ($S\lambda$) se situe entre 0,89 (c'est-à-dire la valeur inférieure de la gamme GR) et 1,19 (c'est-à-dire la valeur supérieure de la gamme G₂₅), par exemple lorsque le carburant 3 est un carburant du marché. Les résultats de cet essai peuvent servir de base pour évaluer la conformité de la production.

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

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

ou

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

et

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

- 4.2.1.3. À la livraison chez le client, le moteur porte une étiquette (voir point 5.1.5) qui indique la gamme des gaz pour laquelle le moteur est réceptionné.
- 4.2.2. Réception, en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement, d'un moteur fonctionnant au gaz naturel ou au GPL et conçu pour une composition de carburant spécifique.
- 4.2.2.1. Le moteur parent satisfait aux exigences d'émission avec les carburants de référence GR et G25 dans le cas du gaz naturel ou les carburants de référence A et B dans le cas du GPL, tels que définis à l'annexe IV. Entre les essais, le système d'alimentation peut faire l'objet d'un réglage fin. Il s'agit d'un réétalonnage de la base de données d'alimentation qui ne peut modifier ni la stratégie fondamentale de commande ni la structure élémentaire de la base de données. S'il y a lieu, des éléments qui sont directement liés au volume du flux de carburant (tels que les injecteurs) peuvent être remplacés.
- 4.2.2.2. À la demande du constructeur, le moteur peut être testé avec les carburants de référence GR et G23 ou avec les carburants de référence G25 et G23, auquel cas la réception n'est valable que pour la gamme des gaz H ou L, respectivement.
- 4.2.2.3. À la livraison chez le client, le moteur porte une étiquette (voir point 5.1.5) qui indique la composition de carburant pour laquelle le moteur a été étalonné.
- 4.3. Réception d'un membre d'une famille en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement**
- 4.3.1. À l'exception du cas mentionné au point 4.3.2, la réception d'un moteur parent est étendue, sans essais complémentaires, à tous les membres de la famille pour toute composition de carburant pour laquelle le moteur parent a été réceptionné (dans le cas des moteurs décrits au point 4.2.2) ou pour la même gamme de carburants (dans le cas des moteurs décrits au point 4.1 ou au point 4.2) pour laquelle le moteur parent a été réceptionné.

4.3.2. Moteur d'essai secondaire

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

4.4. Certificat de réception

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

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

5. MARQUAGE DU MOTEUR

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

5.1.1. La marque de fabrique ou de commerce du constructeur du moteur.

5.1.2. La description commerciale du constructeur.

5.1.3. Le numéro de réception CE précédé de la ou des lettres distinctives du pays ayant délivré la réception CE5.

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

- H dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour la gamme des gaz H;
- L dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour la gamme des gaz L;
- HL dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour les gammes des gaz H et L;
- H_t dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour une composition de gaz spécifique de la gamme des gaz H et convertible à un autre gaz spécifique de la gamme des gaz H grâce à un réglage fin de l'alimentation du moteur;
- L_t dans le cas d'un moteur réceptionné et étalonné pour une composition de gaz spécifique de la gamme des gaz L et convertible à un autre gaz spécifique de la gamme des gaz L grâce à un réglage fin de l'alimentation du moteur;

⁵ 1 = Allemagne, 2 = France, 3 = Italie, 4 = Pays-Bas, 5 = Suède, 6 = Belgique, 9 = Espagne, 11 = Royaume-Uni, 12 = Autriche, 13 = Luxembourg, 16 = Norvège, 17 = Finlande, 18 = Danemark, 21 = Portugal, 23 = Grèce, FL = Liechtenstein, IS = Islande et IRL = Irlande.

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

5.1.5. Étiquettes

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

5.1.5.1. Marquage

Les informations suivantes doivent être indiquées:

Dans le cas du paragraphe 4.2.1.3, l'étiquette doit comporter la mention «UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ NATUREL DE LA GAMME H». Lorsqu'il y a lieu, «H» est remplacé par «L».

Dans le cas du paragraphe 4.2.1.3, l'étiquette doit comporter, selon les cas, la mention «UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ NATUREL RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION ...» ou «UTILISER UNIQUEMENT AVEC DU GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉ RÉPONDANT À LA SPÉCIFICATION ...». Toutes les informations qui figurent dans le ou les tableaux correspondants de l'annexe IV sont indiquées avec les différents éléments constitutifs et les limites prescrites par le constructeur du moteur.

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

Note:

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

5.1.5.2. Propriétés

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

5.1.5.3. Pose

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

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

6. PRESCRIPTIONS ET ESSAIS

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 5. Rectificatif, JO L 266 du 6.10.2001, p. 15

6.1. Généralités

6.1.1. *Équipement de contrôle des émissions*

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

6.1.2. *Fonctions de l'équipement de contrôle des émissions*

6.1.2.1. L'utilisation d'un dispositif d'invalidation et/ou d'une stratégie irrationnelle de contrôle des émissions est interdite.

6.1.2.2. Un dispositif de contrôle auxiliaire peut être installé sur un moteur, ou sur un véhicule, à condition que ce dispositif:

- opère uniquement en dehors des conditions spécifiées au point 6.1.2.4 ou
- ne soit activé que temporairement dans les conditions spécifiées au point 6.1.2.4, à des fins telles que la protection du moteur, la protection du dispositif de contrôle d'admission d'air⁶, la gestion des fumées⁷ le démarrage à froid ou la mise en température, ou
- ne soit activé que par des signaux embarqués à des fins telles que la sécurité de fonctionnement et des stratégies de *limp-home*.

6.1.2.3. Un dispositif, une fonction, un système ou une mesure de contrôle du moteur opérant durant les conditions spécifiées au point 6.1.2.4 et qui entraînent l'utilisation d'une stratégie de contrôle de moteur différente ou modifiée par rapport à la stratégie normalement utilisée durant les cycles d'essai d'émission applicable seront autorisés si, conformément aux exigences des points 6.1.3 et/ou 6.1.4, il est intégralement démontré que la mesure ne réduit

⁶ Cela fera l'objet d'une nouvelle évaluation de la Commission avant le 31 décembre 2001.

⁷ Cela fera l'objet d'une nouvelle évaluation de la Commission avant le 31 décembre 2001.

pas l'efficacité du système de contrôle des émissions. Dans tous les autres cas, de tels dispositifs seront considérés comme un dispositif d'invalidation.

6.1.2.4. Aux fins du point 6.1.2.2, les conditions d'utilisation définies en conditions stables et transitoires⁸ sont les suivantes:

- une altitude n'excédant pas 1 000 mètres (ou une pression atmosphérique équivalente de 90 kPa),
- une température ambiante comprise dans la plage 283-303 K (10-30 °C),
- une température de liquide de refroidissement du moteur comprise dans la fourchette 343-368 K (70-95 °C).

6.1.3. *Exigences spéciales relatives aux systèmes électroniques de contrôle d'émission*

6.1.3.1. Prescriptions en matière de documentation

Le fabricant fournit un dossier de documentation donnant accès à la conception de base du système et aux moyens par lesquels celui-ci contrôle ses variables, qu'il s'agisse d'un contrôle direct ou indirect.

La documentation se compose de deux parties:

- a) le dossier de documentation officiel fourni au service technique au moment de la présentation de la demande de réception inclut une description complète du système. Cette documentation peut être concise à condition qu'elle puisse justifier que toutes les valeurs autorisées par une matrice obtenue à partir de la gamme de contrôle des inputs d'unité individuelle ont été identifiées. Cette information sera jointe à la documentation requise à l'annexe I, point 3;
- b) des éléments supplémentaires indiquant les paramètres modifiés par tout dispositif de contrôle auxiliaire et les conditions limites dans lesquelles opère le dispositif.

Ces éléments supplémentaires incluent une description de la logique du contrôle du système de carburation, les stratégies de réglage et points de commutation durant tous les modes de fonctionnement. Ils contiennent également une justification de l'utilisation de tout dispositif de contrôle auxiliaire ainsi que des données matérielles et d'essais supplémentaires destinés à démontrer l'effet sur les émissions d'échappement de tout dispositif de contrôle auxiliaire installé sur le moteur ou le véhicule.

Cette information demeure strictement confidentielle et est conservée par le fabricant mais communiquée pour inspection au moment de la réception, ou à tout moment pendant la validité de celle-ci.

6.1.4. Pour vérifier si une stratégie ou une mesure doit être considérée comme un dispositif d'invalidation ou une stratégie irrationnelle de contrôle d'émission d'après les définitions fournies aux points 2.28 et 2.30, l'organisme chargé de la réception et/ou le service technique peuvent exiger en outre un essai de mesure de NO_x utilisant l'ETC qui peut être effectué en

⁸ Cela fera l'objet d'une nouvelle évaluation de la Commission avant le 31 décembre 2001.

combinaison soit avec l'essai de réception, soit avec les procédures de vérification de la conformité de la production.

- 6.1.4.1. Comme alternative aux prescriptions de l'appendice 4 de l'annexe III de la directive 88/77/CEE, les émissions de NO_x au cours de l'essai ETC peuvent être échantillonnées en utilisant le gaz d'échappement brut en suivant les prescriptions techniques ISO DIS 1683 du 15 octobre 2000.
- 6.1.4.2. En vérifiant si une stratégie ou une mesure peut être considérée comme un dispositif d'invalidation ou une stratégie de contrôle d'émission irrationnelle d'après les définitions fournies aux points 2.28 et 2.30, une marge additionnelle de 10 % relative à la valeur limite appropriée de NO_x est acceptée.
- 6.1.5. *Dispositions transitoires en vue de l'extension de la réception*
 - 6.1.5.1. Le présent point n'est applicable qu'aux nouveaux moteurs à allumage par compression et aux nouveaux véhicules propulsés par un moteur à allumage par compression qui ont été réceptionnés conformément aux exigences de la ligne A des tableaux du point 6.2.1 de l'annexe I de la directive 88/77/CEE.
 - 6.1.5.2. Comme alternative aux points 6.1.3 et 6.1.4, le fabricant peut présenter au service technique les résultats d'un essai de NO_x en utilisant l'ETC sur le moteur se conformant aux caractéristiques du moteur parent décrit à l'annexe II, et compte tenu des dispositions des points 6.1.4.1 et 6.1.4.2. Le fabricant fournit également une déclaration écrite attestant que le moteur n'utilise pas de dispositif d'invalidation ni de stratégie irrationnelle de contrôle d'émissions telle que définie au point 2 de cette annexe.
 - 6.1.5.3. Le constructeur fournit, en outre, une déclaration écrite attestant que les résultats du test de mesure des NO_x et la déclaration relative au moteur parent, mentionnés au point 6.1.4, sont également valables pour tous les autres types de moteur appartenant à la famille de moteurs décrite à l'annexe II.

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe (adapté)

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

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

Pour les essais de réception par rapport aux lignes B 1 ou B 2 ou à la ligne C des tableaux figurant au point 6.2.1, les émissions sont déterminées par les essais ESC, ELR et ETC.

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

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

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

Le service technique peut réceptionner d'autres systèmes ou analyseurs s'il estime qu'ils produisent des résultats équivalents pour le cycle d'essai en question. La détermination de l'équivalence d'un système doit reposer sur une étude de corrélation de sept paires d'échantillons (ou plus) entre le système projeté et l'un des systèmes de référence de la présente directive. En ce qui concerne les émissions de particules, seul le système de dilution en circuit principal est agréé comme système de référence. Par «résultats», il faut entendre la valeur d'émission spécifique du cycle. Les essais de corrélation doivent être effectués dans le même laboratoire et la même chambre d'essai ainsi que sur le même moteur et ils doivent de préférence se dérouler simultanément. Le critère d'équivalence est défini comme une concordance à $\pm 5\%$ des moyennes des paires d'échantillons. Aux fins de l'introduction d'un nouveau système dans la directive, la détermination de l'équivalence doit reposer sur le calcul de la répétabilité et de la reproductibilité décrit dans la norme ISO 5725.

6.2.1. Valeurs limites

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

Tableau 1

Valeurs limites — essais ESC et ELR

Ligne	Masse du monoxyde de carbone (CO) g/kWh	Masse des hydrocarbures (HC) g/kWh	Masse des oxydes d'azote (NO _x) g/kWh	Masse des particules (PT) g/kWh	Fumées m ⁻¹
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ¹	0,8
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

¹ Pour les moteurs dont la cylindrée unitaire est inférieure à 0,7 dm³ et le régime nominal est supérieur à 3 000 min⁻¹.

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

Tableau 2

Valeurs limites — essai ETC[‡]

Ligne	Masse du monoxyde de carbone (CO) g/kWh	Masse des hydrocarbures non méthaniques (NMHC) g/kWh	Masse de méthane (CH ₄) ² g/kWh	Masse des oxydes d'azote (NO _x) g/kWh	Masse des particules (PT) ³ g/kWh
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁴
B 1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B 2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02

[‡] ~~Les conditions permettant de vérifier si les essais ETC sont acceptables (cf. annexe III, appendice 2, point 3.9) lorsqu'il s'agit de mesurer les émissions des moteurs à gaz et de les comparer aux valeurs limites applicables fixées à la ligne A sont réexaminées et, au besoin, modifiées selon la procédure prévue à l'article 13 de la directive 70/156/CEE.~~

¹ Pour des moteurs fonctionnant au gaz naturel uniquement.

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

³ Pour les moteurs dont la cylindrée unitaire est inférieure à 0,75 dm³ et le régime nominal est supérieur à 3 000 min⁻¹.

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

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

6.2.3. Exigences spécifiques posées aux moteurs Diesel

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

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

7. MONTAGE SUR LE VÉHICULE

- 7.1. Le montage du moteur sur le véhicule doit correspondre aux caractéristiques suivantes en ce qui concerne la réception du moteur:
- 7.1.1. la dépression à l'admission ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné;
 - 7.1.2. la contre-pression à l'échappement ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné;
 - 7.1.3. la puissance absorbée par les équipements auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur ne doit pas dépasser celle spécifiée à l'annexe VI pour le moteur réceptionné.

8. FAMILLE DE MOTEURS

8.1. Paramètres qui définissent la famille de moteurs

La famille de moteurs, telle qu'elle est déterminée par le constructeur du moteur, peut être définie par des caractéristiques de base qui doivent être communes aux moteurs de la famille. Il peut parfois exister des interactions entre des paramètres. Il faut aussi tenir compte de ces effets afin de garantir qu'une famille de moteurs ne comporte que des moteurs présentant des caractéristiques similaires en matière d'émissions de gaz d'échappement.

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

8.1.1. Cycles de combustion:

- 2 cycles
- 4 cycles

8.1.2. Liquide de refroidissement:

- air
- eau
- huile

8.1.3. Pour les moteurs à gaz et les moteurs équipés d'un dispositif de post-traitement

- Nombre de cylindres

(les autres moteurs Diesel comptant moins de cylindres que le moteur parent peuvent être considérés comme appartenant à la même famille de moteurs pour autant que le système d'alimentation mesure le carburant pour chaque cylindre individuel).

8.1.4. Cylindrée unitaire:

- moteurs qui doivent être compris dans une fourchette totale de 15 %

- 8.1.5. Méthode d'aspiration de l'air:
- aspiration naturelle
 - suralimentation
 - suralimentation avec refroidisseur d'air de suralimentation
- 8.1.6. Type/conception de la chambre de combustion:
- chambre de précombustion
 - chambre à turbulence
 - chambre de combustion ouverte
- 8.1.7. Soupape et volutes — configuration, taille et nombre:
- culasse de cylindre
 - paroi de cylindre
 - carter-moteur
- 8.1.8. Système d'injection de carburant (moteurs Diesel):
- pompe-tube-injecteur
 - pompe en ligne
 - pompe à distributeur
 - élément unique
 - injecteur pompe
- 8.1.9. Système d'alimentation (moteurs à gaz):
- chambre de mélange
 - induction/injection de gaz (monopoint, multipoint)
 - injection de liquide (monopoint, multipoint)
- 8.1.10. Système d'allumage (moteurs à gaz)
- 8.1.11. Caractéristiques diverses:
- recyclage des gaz d'échappement
 - injection/émulsion d'eau
 - injection d'air secondaire

- refroidissement de l'air de suralimentation

8.1.12. Post-traitement des gaz d'échappement

- catalyseur à trois voies
- catalyseur d'oxydation
- catalyseur de réduction
- réacteur thermique
- filtre à particules

8.2. Choix du moteur parent

8.2.1. *Moteurs Diesel*

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

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

8.2.2. *Moteurs à gaz*

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

- le débit de carburant le plus élevé par course au régime de la puissance nominale déclarée,
- l'avance à l'allumage la plus grande,
- le taux le plus faible de recyclage des gaz d'échappement,
- l'absence de pompe à air ou la pompe à débit d'air effectif le plus faible.

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

9. CONFORMITÉ DE LA PRODUCTION

- 9.1. Les mesures destinées à assurer la conformité de la production doivent être prises selon les dispositions de l'article 10 de la directive 70/156/CEE. La conformité de la production est vérifiée sur la base de la description donnée dans les certificats de réception figurant à l'annexe VI de la présente directive.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– tous les moteurs testés

ou

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

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

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

émissions «x» heures/émissions zéro heure

Ce coefficient peut être inférieur à 1.

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

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

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

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

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

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 6

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

- dans le cas de moteurs portant le repère H, avec un carburant commercial de la gamme H ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,00$),
- dans le cas de moteurs portant le repère L, avec un carburant commercial de la gamme L ($1,00 \leq S_\lambda \leq 1,19$),
- dans le cas de moteurs portant le repère HL, avec un carburant commercial dont le facteur de recalage S_λ se situe entre les valeurs extrêmes ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,19$).

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

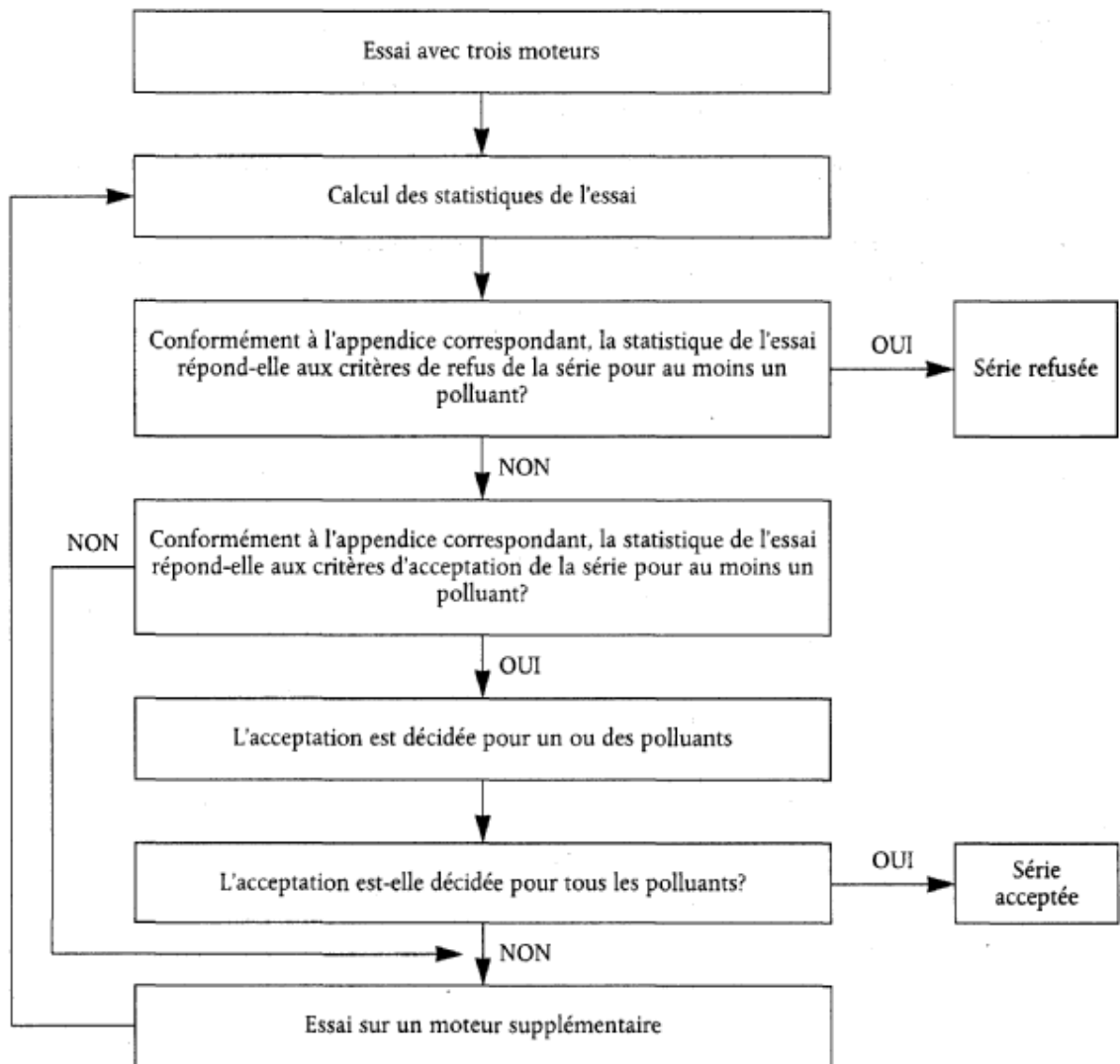
9.1.1.2.5. En cas de litige résultant de la non-conformité de moteurs à gaz utilisés avec un carburant du commerce, les essais doivent être effectués avec un carburant de référence déjà utilisé sur le moteur parent ou avec l'éventuel carburant 3 supplémentaire qui est mentionné aux points 4.1.3.1 et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

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

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

Figure 2

Schéma des essais de conformité de la production



Appendice 1

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

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre afin de vérifier la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants lorsque l'écart type de production donné par le constructeur est satisfaisant.
2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,95 (risque fournisseur = 5 %), avec une proportion de défectueux de 40 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.
3. Pour chacun des polluants visés au point 6.2.1 de l'annexe I (voir la figure 2), la procédure suivante est appliquée :

avec:

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

χ_i = le logarithme naturel de la valeur mesurée pour le i ème véhicule de l'échantillon;

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

n = la taille de l'échantillon.

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

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

5. Alors:
 - si la statistique de l'essai est supérieure au seuil d'acceptation prévu pour la taille de l'échantillon, apparaissant dans le tableau 3, l'acceptation est décidée pour le polluant,
 - si la statistique de l'essai est inférieure au seuil de refus prévu pour la taille de l'échantillon, apparaissant dans le tableau 3, le refus est décidé pour le polluant,
 - sinon, un moteur supplémentaire est testé conformément au point 9.1.1.1 de l'annexe I et le calcul s'applique à l'échantillon augmenté d'une unité.

Tableau 3

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

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation A_n	Seuil de refus B_n
3	3,327	- 4,724
4	3,261	- 4,790
5	3,195	- 4,856
6	3,129	- 4,922
7	3,063	- 4,988
8	2,997	- 5,054
9	2,931	- 5,120
10	2,865	- 5,185
11	2,799	- 5,251
12	2,733	- 5,317
13	2,667	- 5,383
14	2,601	- 5,449
15	2,535	- 5,515
16	2,469	- 5,581
17	2,403	- 5,647
18	2,337	- 5,713
19	2,271	- 5,779
20	2,205	- 5,845
21	2,139	- 5,911
22	2,073	- 5,977
23	2,007	- 6,043
24	1,941	- 6,109

25	1,875	- 6,175
26	1,809	- 6,241
27	1,743	- 6,307
28	1,677	- 6,373
29	1,611	- 6,439
30	1,545	- 6,505
31	1,479	- 6,571
32	- 2,112	- 2,112

Appendice 2

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

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre afin de vérifier la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants lorsque l'écart type de production donné par le constructeur n'est pas satisfaisant ou disponible.
2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,95 (risque fournisseur = 5 %), avec une proportion de défectueux de 40 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.
3. La valeur, mesurées pour les polluants définis au point 6.2.1 de l'annexe I, sont supposées être distribuées suivant la loi «log-normale» et doivent être transformées à l'aide de leur logarithme naturel. On note m_0 et m les tailles d'échantillons respectivement minimales et maximales ($m_0 = 3$ et $m = 32$) et n la taille de l'échantillon en cours.
4. Si les logarithmes naturels des valeurs mesurées dans la série sont $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_j$ et L est le logarithme naturel de la valeur limite pour le polluant, alors, on définit:

$$d_i = x_i - L$$

et

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

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

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

Pour $m_0 \leq n \leq m$:

- accepter la série si $\bar{d}_n/v_n \leq A_n$,
- refuser la série si $\bar{d}_n/v_n \geq B_n$,
- essayer un véhicule supplémentaire si $A_n < \bar{d}_n/v_n < B_n$

6. Remarques

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

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

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

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

Tableau 4

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

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation A_n	Seuil de refus B_n
3	- 0,80381	16,64743
4	- 0,76339	7,68627
5	- 0,72982	4,67136
6	- 0,69962	3,25573
7	- 0,67129	2,45431
8	- 0,64406	1,94369
9	- 0,61750	1,59105
10	- 0,59135	1,33295
11	- 0,56542	1,13566
12	- 0,53960	0,97970
13	- 0,51379	0,85307
14	- 0,48791	0,74801
15	- 0,46191	0,65928
16	- 0,43573	0,58321
17	- 0,40933	0,51718
18	- 0,38266	0,45922
19	- 0,35570	0,40788
20	- 0,32840	0,36203
21	- 0,30072	0,32078
22	- 0,27263	0,28343
23	- 0,24410	0,24943

24	- 0,21509	0,21831
25	- 0,18557	0,18970
26	- 0,15550	0,16328
27	- 0,12483	0,13880
28	- 0,09354	0,11603
29	- 0,06159	0,09480
30	- 0,02892	0,07493
31	- 0,00449	0,05629
32	0,03876	0,03876

Appendice 3

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

1. Le présent appendice décrit la procédure à suivre pour vérifier, à la demande du constructeur, la conformité de la production sur le plan des émissions de polluants.
2. Avec un échantillon minimal de trois moteurs, la procédure d'échantillonnage est établie afin que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,90 (risque fournisseur = 10 %), avec une proportion de défectueux de 30 %, et que la probabilité qu'un lot soit accepté soit 0,10 (risque client = 10 %), avec une proportion de défectueux de 65 %.
3. La procédure suivante est utilisée pour chacun des polluants visés au point 6.2.1 de l'annexe I (voir la figure 2):

avec:

L = valeur limite définie pour le polluant,

x_i = valeur mesurée pour le i ème moteur de l'échantillon,

n = taille de l'échantillon.

4. On calcule pour chaque échantillon la statistique de l'essai représentant le nombre de moteurs non conformes, soit $x_i \geq L$.
5. Puis:
 - si la statistique de l'essai est inférieure ou égale au seuil d'acceptation donné par taille d'échantillon du tableau 5 une décision positive (acceptation) est prise pour le polluant concerné,
 - si la statistique de l'essai est supérieure ou égale au seuil de refus donné par taille d'échantillon du tableau 5 une décision négative (refus) est prise pour le polluant concerné,
 - dans les autres cas un moteur supplémentaire est soumis à l'essai visé au point 9.1.1.1 de l'annexe I et la procédure de calcul s'applique à l'échantillon augmenté d'une unité.

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

Tableau 5

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

Taille minimale de l'échantillon: 3

Nombre cumulé de moteurs testés (taille de l'échantillon)	Seuil d'acceptation	Seuil de refus
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

ANNEXE II

DOCUMENT D'INFORMATION N°...

ETABLI CONFORMEMENT A L'ANNEXE I DE LA DIRECTIVE DU CONSEIL 70/156/CEE CONCERNANT LA RECEPTION CE

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

(DIRECTIVE 88/77/CEE modifiée en dernier lieu par la directive 2001/27/CE)

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

Type de véhicule / moteur parent / type de moteur⁽¹⁾.....

0 GENERALITES.....

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

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

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

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

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 7.

0.5 Catégorie du moteur: Diesel / gaz naturel / GPL / éthanol⁽¹⁾.....

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

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

0.7 Emplacement et mode d'apposition des plaques et inscriptions réglementaires:.....

0.8 Dans le cas de composants et d'entités techniques distinctes, emplacement et mode de fixation de la marque de réception CE:

0.9 Adresse du ou des ateliers de montage:.....

⁽¹⁾ Biffer la mention inutile.

APPENDICES

1. Caractéristiques essentielles du moteur (parent) et renseignements concernant la conduite des essais.
2. Caractéristiques essentielles de la famille de moteurs
3. Caractéristiques essentielles des types de moteurs de la famille.
4. Caractéristiques des parties du véhicule en liaison avec le moteur (s'il y a lieu).
5. Photographies et/ou schémas du moteur parent / type de moteur et, s'il y a lieu, du logement du compartiment moteur.
6. Donner la liste des autres appendices éventuels.

Date, dossier

Appendice 1

**CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DU MOTEUR (PARENT) ET RENSEIGNEMENTS
SUR LA CONDUITE DES ESSAIS⁽¹⁾**

1. Description du moteur

- 1.1 Constructeur:
- 1.2 Numéro de code du moteur du constructeur:
- 1.3 Cycle: quatre temps/deux temps⁽²⁾
- 1.4 Nombre et disposition des cylindres:
- 1.4.1 Alésage:mm
- 1.4.2 Course:mm
- 1.4.3 Ordre d'allumage:
- 1.5 Capacité du moteur:cm³
- 1.6 Taux de compression volumétrique⁽³⁾:
- 1.7 Dessin(s) de la chambre de combustion et de la calotte du piston:
- 1.8 Section minimale des chapelles d'admission et d'échappement:cm²
- 1.9 Régime de ralenti: tr/min
- 1.10 Puissance nette maximale: kW à tr/min
- 1.11 Régime maximal autorisé: tr/min
- 1.12 Couple maximal net: Nm à tr/min
- 1.13 *Système de combustion*: allumage par compression/allumage commandé⁽²⁾

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 7.

- 1.14 *Carburant*: Diesel/GPL/GN H/GN L/GN HL/éthanol⁽²⁾

⁽¹⁾ Pour les moteurs et systèmes non classiques, le constructeur fournira les données équivalentes à celles demandées ici.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

1.15 *Système de refroidissement*

1.15.1 Liquide

1.15.1.1 Nature du liquide:.....

1.15.1.2 Pompe(s) de circulation: avec/sans⁽²⁾

1.15.1.3 Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu):.....

1.15.1.4 Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu):.....

1.15.2 Air

1.15.2.1 Soufflante: avec/sans⁽²⁾

1.15.2.2 Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu):.....

1.15.2.3 Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu):.....

1.16 Température admise par le constructeur

1.16.1 Refroidissement par liquide: température maximale de sortie:..... K

1.16.2 Refroidissement par air: point de référence:

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

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

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

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

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

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

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

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

1.17 *Suralimentation: avec/sans⁽²⁾*

1.17.1 Marque:

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

1.17.2 Type:

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

1.17.4 Échangeur intermédiaire: avec/sans⁽²⁾

1.18 *Système d'admission*

Dépression à l'admission maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾ modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CEE⁽⁵⁾ et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées:

.....
kPa

1.19 *Système d'échappement*

Contre-pression à l'échappement maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CEE⁽⁵⁾, et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées:

kPa

Volume du système d'échappement: dm³

2. Mesures contre la pollution de l'air

2.1 Dispositif de recyclage des gaz de carter (description et schémas):

2.2 Dispositifs antipollution supplémentaires (s'ils existent et s'ils n'apparaissent pas dans une autre rubrique)

2.2.1 Convertisseur catalytique: oui/non⁽²⁾

2.2.1.1 Marque(s):

2.2.1.2 Type(s):

2.2.1.3 Nombre de convertisseurs catalytiques et d'éléments:

2.2.1.4 Dimensions, forme et volume du ou des convertisseurs catalytiques:

2.2.1.5 Type d'action catalytique:

2.2.1.6 Quantité totale de métaux précieux:

2.2.1.7 Concentration relative:

2.2.1.8 Substrat (structure et matériaux):

⁽⁴⁾ JO n° L 375 du 31.12.1980, p.46.

⁽⁵⁾ JO n° L 125 du 16.05.1997, p.31.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

- 2.2.1.9 Densité alvéolaire:.....
- 2.2.1.10 Type de carter pour le/les convertisseur(s) catalytique(s):
- 2.2.1.11 Emplacement des convertisseurs catalytiques (localisation et distance de référence le long du système d'échappement):
- 2.2.2 Capteur d'oxygène: oui/non⁽²⁾
- 2.2.2.1 Marque(s):.....
- 2.2.2.2 Type:
- 2.2.2.3 Emplacement:.....
- 2.2.3 Injection d'air: oui/non⁽²⁾
- 2.2.3.1 Type (air pulsé, pompe à air, etc.):.....
- 2.2.4 Recyclage des gaz d'échappement: oui/non⁽²⁾
- 2.2.4.1 Caractéristiques (débit, etc.):.....
- 2.2.5 Piège à particules: oui/non⁽²⁾:
- 2.2.5.1 Dimensions, forme et contenance du piège à particules:
- 2.2.5.2 Type et conception du piège à particules:
- 2.2.5.3 Emplacement (distance de référence le long du système d'échappement):.....
- 2.2.5.4 Méthode ou système de régénération, description et/ou dessin:
- 2.2.6 Autres systèmes: oui/non⁽²⁾
- 2.2.6.1 Description et fonctionnement:

3. Alimentation en carburant

- 3.1 *Moteurs Diesel*
- 3.1.1 Pompe d'alimentation en carburant
Pression⁽³⁾:..... kPa ou diagramme caractéristique⁽²⁾:.....
- 3.1.2 Système d'injection
- 3.1.2.1 Pompe
- 3.1.2.1.1 Marque(s):.....

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

3.1.2.1.2 Type(s):

3.1.2.1.3 Débit: mm³⁽³⁾ par course au régime du moteur de tr/min à pleine injection ou diagramme caractéristique⁽²⁾⁽³⁾:

Indiquer la méthode utilisée: sur moteur/sur banc de pompe⁽²⁾

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

3.1.2.1.4 Avance à l'injection

3.1.2.1.4.1 Courbe d'avance à l'injection⁽³⁾:

3.1.2.1.4.2 Calage statique⁽³⁾:

3.1.2.2 Tuyauterie d'injection

3.1.2.2.1 Longueur: mm

3.1.2.2.2 Diamètre intérieur: mm

3.1.2.3 Injecteur(s)

3.1.2.3.1 Marque(s):

3.1.2.3.2 Type(s):

3.1.2.3.3 "Pression d'ouverture": kPa⁽²⁾

ou diagramme caractéristique⁽²⁾⁽³⁾:

3.1.2.4 Régulateur

3.1.2.4.1 Marque(s):

3.1.2.4.2 Type(s):

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

3.1.2.4.4 Régime maximal à vide: tr/min

3.1.2.4.5 Régime de ralenti: tr/min

3.1.3 Système de démarrage à froid

3.1.3.1 Marque(s):

3.1.3.2 Type(s):

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

- 3.1.3.3 Description:
- 3.1.3.4 Dispositif de démarrage auxiliaire:
- 3.1.3.4.1 Marque:
- 3.1.3.4.2 Type:
- 3.2 Moteurs à gaz⁽⁶⁾
- 3.2.1 Carburant: gaz naturel/GPL⁽²⁾
- 3.2.2 Régulateur(s) de pression ou vaporisateur/régulateur(s) de pression⁽³⁾
- 3.2.2.1 Marque(s):
- 3.2.2.2 Type(s):
- 3.2.2.3 Nombre d'étages de détente:
- 3.2.2.4 Pression à l'étage final: min. kPa, max. kPa
- 3.2.2.5 Nombre de points de réglage principaux:
- 3.2.2.6 Nombre de points de réglage du ralenti:
- 3.2.2.7 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.3 Système d'alimentation: unité de mélange / injection de gaz / injection de liquide / injection directe⁽²⁾
- 3.2.3.1 Réglage du rapport de mélange:
- 3.2.3.2 Description du système et/ou diagramme et schémas:
- 3.2.3.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.4 Unité de mélange
- 3.2.4.1 Nombre:
- 3.2.4.2 Marque(s):
- 3.2.4.3 Type(s):
- 3.2.4.4 Emplacement:
- 3.2.4.5 Possibilités de réglage:

⁽⁶⁾ Dans le cas de systèmes installés différemment, fournir des informations équivalentes (pour le paragraphe 3.2).

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile

- 3.2.4.6 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
 - 3.2.5 Injection dans le collecteur d'admission
 - 3.2.5.1 Injection: monopoint / multipoint⁽²⁾
 - 3.2.5.2 Injection: continue / simultanée / séquentielle⁽²⁾
 - 3.2.5.3 Équipement d'injection
 - 3.2.5.3.1 Marque(s):
 - 3.2.5.3.2 Type(s):
 - 3.2.5.3.3 Possibilités de réglage:
 - 3.2.5.3.4 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
 - 3.2.5.4 Pompe d'alimentation (s'il y a lieu):
 - 3.2.5.4.1 Marque(s):
 - 3.2.5.4.2 Type(s):
 - 3.2.5.4.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
 - 3.2.5.5 Injecteur(s):
 - 3.2.5.5.1 Marque(s):
 - 3.2.5.5.2 Type(s):
 - 3.2.5.5.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.6 Injection directe
 - 3.2.6.1 Pompe d'injection / régulateur de pression⁽²⁾
 - 3.2.6.1.1 Marque(s):
 - 3.2.6.1.2 Type(s):
 - 3.2.6.1.3 Calage d'injection:
 - 3.2.6.1.4 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
 - 3.2.6.2 Injecteur(s)
 - 3.2.6.2.1 Marque(s):
 - 3.2.6.2.2 Type(s):

3.2.6.2.3 Pression d'ouverture ou diagramme caractéristique⁽³⁾:

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

3.2.7 Bloc électronique de commande

3.2.7.1 Marque(s):

3.2.7.2 Type(s):

3.2.7.3 Possibilités de réglage:

3.2.8 Équipement spécifique au gaz naturel

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

3.2.8.1.1 Composition de carburant:

méthane (CH ₄):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
éthane (C ₂ H ₆):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
propane (C ₃ H ₈):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
butane (C ₄ H ₁₀):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
C5/C5+:	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
oxygène (O ₂):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
gaz inerte (N ₂ , He, etc.): de base: %mole..	min.	%mole....	max.	%mole	

3.2.8.1.2 Injecteur(s)

3.2.8.1.2.1 Marque(s)

3.2.8.1.2.2 Type(s):

3.2.8.1.3 Divers (s'il y a lieu)

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

4. Distribution

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

4.2 Référence et/ou gammes de réglage⁽²⁾:

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

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

- 5.1 *Type de système d'allumage:* bobine et bougies communes / bobine et bougies individuelles / bobine sur bougie / autre (préciser)⁽²⁾
- 5.2 Dispositif de commande de l'avance à l'allumage
- 5.2.1 Marque(s):
- 5.2.2 Type(s):
- 5.3 Courbe d'avance à l'allumage / cartographie d'avance à l'allumage⁽²⁾⁽³⁾:
- 5.4 Calage d'allumage⁽³⁾: degrés avant le PMH à un régime detr/min et une pression absolue dans la tubulure d'admission de kPa
- 5.5 *Bougies d'allumage*
- 5.5.1 Marque(s):
- 5.5.2 Type(s):
- 5.5.3 Écartement des électrodes:mm
- 5.6 *Bobine(s) d'allumage*
- 5.6.1 Marque(s):
- 5.6.2 Type(s):

6. Équipement entraîné par le moteur

Le moteur doit être soumis aux essais avec tous les dispositifs auxiliaires nécessaires à son fonctionnement (p. ex. ventilateur, pompe à eau, etc.), tels qu'ils sont prescrits dans la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CE⁽⁵⁾, annexe I point 5.1.1., et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées.

6.1 *Dispositifs auxiliaires à installer pour l'essai*

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

6.2 *Dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai*

Les dispositifs auxiliaires uniquement nécessaires au fonctionnement du véhicule (p. ex. compresseur d'air, système de climatisation, etc.) doivent être enlevés pour l'essai.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

⁽⁴⁾ JO n° L 375 du 31.12.1980, p. 46.

⁽⁵⁾ JO n° L 125 du 16.05.1997, p. 31.

Lorsque cela est impossible, la puissance absorbée par ces dispositifs peut être calculée et additionnée à la puissance mesurée pour le moteur sur toute la zone de fonctionnement du ou des cycles d'essai.

7. Informations supplémentaires sur les conditions d'essai

7.1 *Lubrifiant utilisé*

7.1.1 Marque:

7.1.2 Type:

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

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

La puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires doit seulement être calculée

- si des dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur ne sont pas installés sur le moteur et/ou
- si des dispositifs qui ne sont pas nécessaires au fonctionnement du moteur sont installés sur le moteur.

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

7.2.2 Puissance absorbée à différents régime du moteur spécifiés:

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

⁽¹⁾ Essai ESC.

⁽²⁾ Essai ETC uniquement.

8. Performances du moteur

8.1 Régimes du moteur⁽⁷⁾

Régime inférieur (n_{inf}): tr/min

Régime supérieur (n_{sup}): tr/min

pour les cycles ESC et ELR

Ralenti: tr/min

Régime A: tr/min

Régime B: tr/min

Régime C: tr/min

pour le cycle ETC

Régime de référence: tr/min

⁽⁷⁾ Indiquer la tolérance pour qu'elle se situe à ± 3 % maximum des valeurs déclarées par le constructeur.

8.2 *Puissance du moteur* (mesurée conformément aux dispositions de la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾ modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CE⁽⁵⁾), en kW

	Régime du moteur				
	Ralenti	Régime A ⁽¹⁾	Régime B ⁽¹⁾	Régime C ⁽¹⁾	Régime de référence ⁽²⁾
P(m) Puissance mesurée au banc d'essai					
P(a) Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à installer pour l'essai (point 6.1)					
- si installés					
- si pas installés	0	0	0	0	0
P(b) Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever pour l'essai (point 6.2)					
- si installés					
- si pas installés		0	0	0	0
P(n) Puissance nette du moteur = P(m) - P(a) + P(b)					
⁽¹⁾ Essai ESC.					
⁽²⁾ Essai ETC uniquement.					

8.3 Calibrage dynamométrique (kW)

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

⁽⁴⁾ JO n° L 375 du 31.12.1980, p. 46

⁽⁵⁾ JO n° L 125 du 16.05.1997, p. 31.

fonctionner le moteur dans des conditions nettes, le calibrage dynamométrique doit être corrigé au moyen de la formule ci-dessus pour refléter des conditions nettes.

8.3.1 Essais ESC et ELR

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

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

8.3.2 Essai ETC

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

Appendice 2

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DE LA FAMILLE DE MOTEURS

1. Paramètres communs

- 1.1 Cycle de combustion:
- 1.2 Liquide de refroidissement:
- 1.3 Nombre de cylindres⁽¹⁾:
- 1.4 Cylindrée unitaire:
- 1.5 Méthode d'aspiration d'air:
- 1.6 Type/conception de la chambre de combustion:
- 1.7 Soupape et volutes - configuration, dimension et nombre:
- 1.8 Système d'alimentation en carburant:
- 1.9 Système d'allumage (moteurs à gaz):
- 1.10 Propriétés diverses:
 - système de refroidissement de l'air de suralimentation⁽¹⁾:
 - recyclage des gaz d'échappement⁽¹⁾:
 - injection/émulsion d'eau⁽¹⁾:
 - injection d'air⁽¹⁾:
- 1.11 Post-traitement des gaz d'échappement⁽¹⁾:

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

2. Liste des familles de moteurs

- 2.1 Nom de la famille de moteurs Diesel:
- 2.1.1 Spécification des moteurs de cette famille:

					Moteur parent
Type de moteur					
Nombre de cylindres					

⁽¹⁾ Si sans objet, indiquer s.o.

Régime nominal (tr/min)					
Débit de carburant par course (mm ³)					
Puissance nette nominale (kW)					
Vitesse au couple maxi (tr/min)					
Débit de carburant par course (mm ³)					
Couple maximum (Nm)					
Régime inférieur de ralenti(tr/min)					
Cylindrée (en % du moteur parent)					100

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

2.2.1 Spécification des moteurs de cette famille:

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

Appendice 3

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DES TYPES DE MOTEURS DE LA FAMILLE⁽¹⁾

1. Description du moteur

- 1.1 Constructeur:
- 1.2 Numéro de code du moteur du constructeur:
- 1.3 Cycle: quatre temps/deux temps⁽²⁾
- 1.4 Nombre et disposition des cylindres:
- 1.4.1 Alésage:mm
- 1.4.2 Course:mm
- 1.4.3 Ordre d'allumage:
- 1.5 Capacité du moteur:cm³
- 1.6 Taux de compression volumétrique⁽³⁾:
- 1.7 Dessin(s) de la chambre de combustion et de la calotte du piston:
- 1.8 Section minimale des chapelles d'admission et d'échappement:cm²
- 1.9 Régime de ralenti: tr/min
- 1.10 Puissance nette maximale: kW à tr/min
- 1.11 Régime maximal autorisé: tr/min
- 1.12 Couple maximal net: Nm à tr/min
- 1.13 *Système de combustion*: allumage par compression/allumage commandé⁽²⁾

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 7.

- 1.14 *Carburant*: Diesel/GPL/GN H/GN L/GN HL/éthanol ⁽²⁾

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

- 1.15 *Système de refroidissement*

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

1.15.1 Liquide

1.15.1.1 Nature du liquide:.....

1.15.1.2 Pompe(s) de circulation: avec/sans⁽²⁾

1.15.1.3 Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu):.....

1.15.1.4 Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu):.....

1.15.2 Air

1.15.2.1 Soufflante: avec/sans⁽²⁾

1.15.2.2 Caractéristiques ou marque(s) et type(s) (s'il y a lieu):.....

1.15.2.3 Rapport(s) d'entraînement (s'il y a lieu):.....

1.16 *Température admise par le constructeur*

1.16.1 Refroidissement par liquide: température maximale de sortie:..... K

1.16.2 Refroidissement par air: point de référence:

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

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

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

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

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

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

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

1.17 *Suralimentation: avec/sans⁽²⁾*

1.17.1 Marque:

1.17.2 Type:

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

1.17.4 Échangeur intermédiaire: avec/sans⁽²⁾

1.18 *Système d'admission*

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

Dépression à l'admission maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CEE⁽⁵⁾, et aux conditions de fonctionnement qui y sont énoncées: kPa

1.19 *Système d'échappement*

Contre-pression à l'échappement maximale autorisée au régime du moteur nominal et à pleine charge, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE⁽⁴⁾, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CE⁽⁵⁾, et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées:kPa

Volume du système d'échappement:cm³

2. Mesures contre la pollution de l'air

2.1 Dispositif de recyclage des gaz de carter (description et schémas):

2.2 Dispositifs antipollution supplémentaires (s'ils existent et s'ils n'apparaissent pas dans une autre rubrique).....

2.2.1 Convertisseur catalytique: oui/non⁽²⁾

2.2.1.1 Marque(s):.....

2.2.1.2 Type(s)

2.2.1.3 Nombre de convertisseurs catalytiques et d'éléments:.....

2.2.1.4 Dimensions, forme et volume du ou des convertisseurs catalytiques:.....

2.2.1.5 Type d'action catalytique:

2.2.1.6 Quantité totale de métaux précieux:.....

2.2.1.7 Concentration relative:

2.2.1.8 Substrat (structure et matériaux):.....

2.2.1.9 Densité alvéolaire:.....

2.2.1.10 Type de carter pour le/les convertisseur(s) catalytique(s):

2.2.1.11 Emplacement des convertisseurs catalytiques (localisation et distance de référence le long du système d'échappement):

2.2.2 Capteur d'oxygène: oui/non⁽²⁾

2.2.2.1 Marque(s):.....

⁽⁴⁾ JO n° L 375 du 31.12.1980, p.46.

⁽⁵⁾ JO n° L 125 du 16.05.1997, p.31.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

- 2.2.2.2 Type:
- 2.2.2.3 Emplacement:
- 2.2.3 Injection d'air: oui/non⁽²⁾
- 2.2.3.1 Type (air pulsé, pompe à air, etc.):
- 2.2.4 Recyclage des gaz d'échappement: oui/non⁽²⁾
- 2.2.4.1 Caractéristiques (débit, etc.):
- 2.2.5 Piège à particules: oui/non⁽³⁾:
- 2.2.5.1 Dimensions, forme et contenance du piège à particules:
- 2.2.5.2 Type et conception du piège à particules:
- 2.2.5.3 Emplacement (distance de référence le long du système d'échappement):
- 2.2.5.4 Méthode ou système de régénération, description et/ou dessin:
- 2.2.6 Autres systèmes: oui/non⁽²⁾
- 2.2.6.1 Description et fonctionnement:

3. Alimentation en carburant

- 3.1 Moteurs Diesel
- 3.1.1 Pompe d'alimentation en carburant
 - Pressure⁽³⁾:kPa ou diagramme caractéristique⁽²⁾:
- 3.1.2 Système d'injection
 - 3.1.2.1 Pompe
 - 3.1.2.1.1 Marque(s):
 - 3.1.2.1.2 Type(s):
 - 3.1.2.1.3 Débit:mm³ ⁽³⁾ par course au régime du moteur de tr/min à pleine injection ou diagramme caractéristique⁽²⁾⁽³⁾:

Indiquer la méthode utilisée: sur moteur/sur banc de pompe⁽²⁾

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

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

- 3.1.2.1.4 Avance à l'injection
- 3.1.2.1.4.1 Courbe d'avance à l'injection⁽³⁾
- 3.1.2.1.4.2 Calage statique⁽³⁾:
- 3.1.2.2 Tuyauterie d'injection
- 3.1.2.2.1 Longueur:mm
- 3.1.2.2.2 Diamètre intérieur:mm
- 3.1.2.3 Injecteur(s)
- 3.1.2.3.1 Marque(s):
- 3.1.2.3.2 Type(s):
- 3.1.2.3.3 "Pression d'ouverture" kPa⁽³⁾ ou diagramme caractéristique⁽²⁾⁽³⁾:
- 3.1.2.4 Régulateur
- 3.1.2.4.1 Marque(s):
- 3.1.2.4.2 Type(s):
- 3.1.2.4.3 Régime de début de coupure à pleine charge: tr/min
- 3.1.2.4.4 Régime maximal à vide: tr/min
- 3.1.2.4.5 Régime de ralenti: tr/min
- 3.1.3 Système de démarrage à froid
- 3.1.3.1 Marque(s):
- 3.1.3.2 Type(s):
- 3.1.3.3 Description:
- 3.1.3.4 Dispositif de démarrage auxiliaire:
- 3.1.3.4.1 Marque:
- 3.1.3.4.2 Type:
- 3.2 *Moteurs à gaz*⁽⁶⁾
- 3.2.1 Carburant: gaz naturel/GPL⁽²⁾

⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

⁽⁶⁾ Dans le cas de systèmes installés différemment, fournir des informations équivalents (pour le paragraphe 3.2).

- 3.2.2 Régulateur(s) de pression ou vaporisateur/régulateur(s) de pression⁽³⁾
- 3.2.2.1 Marque(s):.....
- 3.2.2.2 Type(s):
- 3.2.2.3 Nombre d'étages de détente:
- 3.2.2.4 Pression à l'étage final: min. kPa, max. kPa
- 3.2.2.5 Nombre de points de réglage principaux:
- 3.2.2.6 Nombre de points de réglage du ralenti:
- 3.2.2.7 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:.....
- 3.2.3 Système d'alimentation: unité de mélange / injection de gaz / injection de liquide / injection directe⁽²⁾
- 3.2.3.1 Réglage du rapport de mélange:.....
- 3.2.3.2 Description du système et/ou diagramme et schémas:.....
- 3.2.3.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:.....
- 3.2.4 Unité de mélange
- 3.2.4.1 Nombre:
- 3.2.4.2 Marque(s):.....
- 3.2.4.3 Type(s):
- 3.2.4.4 Emplacement:.....
- 3.2.4.5 Possibilités de réglage:
- 3.2.4.6 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:.....
- 3.2.5 Injection dans le collecteur d'admission
- 3.2.5.1 Injection: monopoint / multipoint⁽²⁾
- 3.2.5.2 Injection: continue / simultanée / séquentielle ⁽²⁾
- 3.2.5.3 Équipement d'injection
- 3.2.5.3.1 Marque(s):.....
- 3.2.5.3.2 Type(s):

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

- 3.2.5.3.3 Possibilités de réglage:
- 3.2.5.3.4 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.5.4 Pompe d'alimentation (s'il y a lieu):
- 3.2.5.4.1 Marque(s):
- 3.2.5.4.2 Type(s):
- 3.2.5.4.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.5.5 Injecteur(s):
- 3.2.5.5.1 Marque(s):
- 3.2.5.5.2 Type(s):
- 3.2.5.5.3 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.6 Injection directe
- 3.2.6.1 Pompe d'injection / régulateur de pression⁽²⁾
- 3.2.6.1.1 Marque(s):
- 3.2.6.1.2 Type(s):
- 3.2.6.1.3 Calage d'injection:
- 3.2.6.1.4 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.6.2 Injecteur(s)
- 3.2.6.2.1 Marque(s):
- 3.2.6.2.2 Type(s):
- 3.2.6.2.3 Pression d'ouverture ou diagramme caractéristique⁽³⁾:
- 3.2.6.2.4 Numéro du certificat délivré conformément à la directive 1999/96/CE:
- 3.2.7 Bloc électronique de commande
- 3.2.7.1 Marque(s):
- 3.2.7.2 Type(s):
- 3.2.7.3 Possibilités de réglage:

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

3.2.8 Équipement spécifique au gaz naturel

3.2.8.1 Variante 1

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

3.2.8.1.1 Composition de carburant:

méthane (CH ₄):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
éthane (C ₂ H ₆):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
propane (C ₃ H ₈):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
butane (C ₄ H ₁₀):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
C5/C5+:	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
oxygène (O ₂):	de base:	%mole	min.....	%mole	max.	%mole
gaz inerte (N ₂ , He, etc.):	de base: %mole..	min.	%mole....	max.	%mole

3.2.8.1.2 Injecteur(s)

3.2.8.1.2.1 Marque(s)

3.2.8.1.2.2 Type(s):

3.2.8.1.3 Divers (s'il y a lieu)

3.2.8.2 Variante 2

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

4. Distribution

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

4.2 Référence et/ou gammes de réglage⁽²⁾:

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

5.1 *Type de système d'allumage*: bobine et bougies communes / bobine et bougies individuelles / bobine sur bougie / autre (préciser)⁽²⁾

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

5.2.1 Marque(s):

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.

- 5.2.2 Type(s):
- 5.3 Courbe d'avance à l'allumage / cartographie d'avance à l'allumage⁽²⁾⁽³⁾:
- 5.4 Calage d'allumage⁽³⁾: degrés avant le PMH
à un régime detr/min et une pression absolue dans la tubulure d'admission de kPa
- 5.5 *Bougies d'allumage*
- 5.5.1 Marque(s):
- 5.5.2 Type(s):
- 5.5.3 Écartement des électrodes:mm
- 5.6 *Bobine(s) d'allumage*
- 5.6.1 Marque(s):
- 5.6.2 Type(s):

⁽²⁾ Biffer la mention inutile.
⁽³⁾ Indiquer la tolérance.

Appendice 4

CARACTERISTIQUES DES PARTIES DU VEHICULE EN LIAISON AVEC LE MOTEUR

1. Dépression du système d'admission au régime nominal du moteur et à pleine charge: kPa
2. Contre-pression du système d'échappement au régime nominal du moteur et à pleine charge: kPa
3. Volume du système d'échappement: cm³
4. Puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur, spécifiée dans la directive 80/1269/CEE⁽¹⁾, modifiée en dernier lieu par la directive 97/21/CE⁽²⁾, annexe I point 5.1.1, et dans les conditions de fonctionnement qui y sont énoncées.

Équipement	Puissance absorbée (kW) à différents régimes du moteur						
	Ralenti	Régime inférieur	Régime supérieur	Régime A ⁽¹⁾	Régime B ⁽¹⁾	Régime C ⁽¹⁾	Régime de référence ⁽²⁾
P(a) Dispositifs auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur (à soustraire de la puissance mesurée pour le moteur) voir le point 5.1							

⁽¹⁾ Essai ESC.

⁽²⁾ Essai ETC uniquement.

⁽¹⁾ JO L 375 du 31.12.1980, p. 46.

⁽²⁾ JO L 125 du 16.05.1997, p. 31.

ANNEXE III

PROCÉDURE D'ESSAI

1. INTRODUCTION

- 1.1. La présente annexe décrit la méthode à appliquer pour mesurer les émissions de gaz, de particules et de fumées des moteurs soumis à l'essai. Trois cycles d'essai sont décrits et doivent être exécutés conformément aux dispositions de l'annexe I, point 6.2:
- l'essai ESC consistant en un cycle d'essai en 13 modes stabilisés;
 - l'essai ELR consistant en des prises en charges dynamiques à différents régimes qui font partie intégrante d'une seule et même procédure d'essai et sont appliquées simultanément;
 - l'essai ETC consistant en un cycle de modes transitoires appliqués seconde par seconde.
- 1.2. Pour l'essai, le moteur est monté sur un banc d'essai et accouplé à un dynamomètre.

1.3. Principe de mesure

Les émissions de gaz d'échappement du moteur à mesurer comprennent les éléments gazeux (monoxyde de carbone, hydrocarbures totaux pour les moteurs Diesel lors de l'essai ESC uniquement; hydrocarbures non méthaniques pour les moteurs Diesel et les moteurs à gaz lors de l'essai ETC uniquement; méthane pour les moteurs à gaz lors de l'essai ETC uniquement et oxydes d'azote), les particules (moteurs Diesel uniquement) et les fumées (moteurs Diesel lors de l'essai ELR uniquement). En outre, le dioxyde de carbone est souvent utilisé comme gaz de dépistage pour mesurer le taux de dilution de systèmes de dilution en dérivation et en circuit principal. Les règles de l'art recommandent de procéder à une mesure générale du dioxyde de carbone afin de détecter les problèmes de mesure durant la marche d'essai.

1.3.1. Essai ESC

Durant une séquence prescrite de conditions de fonctionnement d'un moteur chaud, les quantités d'émission de gaz d'échappement indiquées ci-dessus sont analysées en continu en prélevant un échantillon de gaz d'échappement bruts. Le cycle d'essai comprend plusieurs modes de régime et de puissance qui couvrent la gamme opérationnelle caractéristique de moteurs Diesel. Durant chaque mode, la concentration de chaque gaz polluant, le débit de gaz d'échappement et la puissance délivrée sont mesurés et les valeurs collectées pondérées. L'échantillon de particules est dilué dans de l'air ambiant conditionné. Un échantillon est prélevé durant toute la procédure d'essai et collecté sur des filtres appropriés. Les grammes de chaque polluant émis par kilowatt-heure sont calculés conformément à la description de

l'appendice 1 de la présente annexe. En outre, les NO_x sont mesurés en trois points d'essai de la zone de contrôle sélectionnés par le service technique¹ et les valeurs mesurées comparées à celles déterminées à partir des modes du cycle d'essai qui recouvrent les points d'essai sélectionnés. Le contrôle des émissions de NO_x garantit l'efficacité de la lutte contre les émissions du moteur dans la plage de fonctionnement caractéristique du moteur.

1.3.2. Essai ELR

Durant un essai prescrit de prises en charges dynamiques, les fumées d'un moteur chaud sont mesurées à l'aide d'un opacimètre. L'essai consiste à appliquer, sur le moteur tournant à régime constant, une charge de 10 % à 100 % à trois régimes différents du moteur. En outre, un quatrième échelon de charge sélectionné par le service technique² est appliqué et le résultat est comparé aux valeurs des échelons de charge précédents. La pointe de fumées est mesurée à l'aide d'un algorithme de calcul de moyennes décrit à l'appendice 1 de la présente annexe.

1.3.3. Essai ETC

Durant un cycle transitoire prescrit de conditions de fonctionnement d'un moteur chaud, qui reflète fidèlement les modes de conduite typiquement routiers de moteurs de poids lourds et de bus, les polluants susmentionnés sont analysés après avoir dilué la totalité du volume de gaz d'échappement dans de l'air ambiant conditionné. Grâce aux signaux de couple et de régime du moteur renvoyés par le dynamomètre pour moteurs, la puissance doit être prise en compte pendant la durée du cycle afin de fournir le travail produit par le moteur durant le cycle. La concentration des NO_x et des hydrocarbures (HC) est mesurée sur tout le cycle en intégrant le signal émis par l'analyseur. La concentration de CO, CO₂ et de NMHC peut être mesurée en intégrant le signal de l'analyseur ou en prélevant des sacs. En ce qui concerne les particules, un échantillon proportionnel est collecté sur des filtres appropriés. Le débit des gaz d'échappement dilués est mesuré sur toute la durée du cycle afin de déterminer les valeurs d'émission massique des polluants. Ces dernières sont mises en relation avec le travail du moteur en vue d'obtenir les grammes de chaque polluant émis par kilowatt-heure conformément à la description de l'appendice 2 de la présente annexe.

2. CONDITIONS D'ESSAI

2.1. Conditions d'essai du moteur

2.1.1. La température absolue (T_a) de l'air du moteur à l'admission, exprimée en Kelvin, et la pression atmosphérique sèche (p_s), exprimée en kPa, sont mesurées et le paramètre F est déterminé conformément aux dispositions suivantes:

a) pour des moteurs Diesel:

¹ Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

² Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire).

moteurs à aspiration naturelle et à suralimentation mécanique:

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

moteurs à turbocompresseur avec ou sans refroidissement de l'air d'admission:

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

b) pour des moteurs à gaz:

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

2.1.2. Validité de l'essai

Pour que la validité d'un essai soit reconnue, le paramètre F doit être tel que:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

2.2. Moteurs à refroidissement de l'air de suralimentation

La température de l'air de suralimentation doit être enregistrée et se situer, au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge, à moins de ± 5 K de la température maximale de l'air de suralimentation qui est spécifiée à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.3. La température du liquide de refroidissement doit au moins atteindre 293 K (20 °C).

En présence d'un système d'essai en atelier ou d'une soufflerie externe, la température de l'air de suralimentation doit se situer, au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge, à moins de ± 5 K de la température maximale de l'air de suralimentation qui est spécifiée à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.3. Le réglage du refroidisseur d'air de suralimentation exécuté pour satisfaire aux conditions ci-dessus n'est pas contrôlé et est appliqué durant tout le cycle d'essai.

2.3. Système d'admission d'air du moteur

La restriction d'admission d'air du système d'admission d'air du moteur utilisé doit se situer à moins de ± 100 Pa de la limite supérieure de fonctionnement du moteur au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge.

2.4. Système d'échappement du moteur

La contre-pression à l'échappement du système d'échappement utilisé doit se situer à moins de $\pm 1\ 000$ Pa de la limite supérieure de fonctionnement du moteur au régime de la puissance maximale déclarée et à pleine charge et son volume doit être égal à ± 40 % de celui indiqué par le constructeur. Pour autant qu'il reflète les conditions réelles de fonctionnement du moteur, un système d'essai en atelier peut être utilisé. Le système d'échappement doit être conforme aux exigences posées en matière

d'échantillonnage de gaz d'échappement qui sont prescrites à l'annexe III, appendice 4, point 3.4 et à l'annexe V, point 2.2.1, EP et point 2.3.1, EP.

Si le moteur est équipé d'un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement, le tuyau d'échappement doit posséder le même diamètre que celui utilisé pour au moins 4 tuyaux en amont de l'admission du début de la partie d'expansion qui renferme le dispositif de post-traitement. La distance de la bride du collecteur d'échappement ou de la sortie du turbocompresseur au dispositif de post-traitement des gaz d'échappement doit être la même que dans la configuration du véhicule ou comprise dans les spécifications de distance indiquées par le constructeur. La contre-pression ou la restriction à l'échappement doit respecter les mêmes critères que ci-dessus et peut être réglée au moyen d'une valve. Le module contenant le dispositif de post-traitement peut être enlevé durant des essais à blanc et une cartographie du moteur, et remplacé par un module équivalent qui contient un support de catalyseur inactif.

2.5. Système de refroidissement

Il convient d'utiliser un système de refroidissement du moteur dont la capacité suffit à maintenir le moteur à des températures normales de fonctionnement prescrites par le constructeur.

2.6. Huile lubrifiante

Les spécifications de l'huile lubrifiante utilisée pour l'essai doivent être enregistrées et présentées avec les résultats de l'essai, conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 7.1.

2.7. Carburant

Il convient d'utiliser le carburant de référence indiqué à l'annexe IV.

Le constructeur spécifie la température et le point de mesure du carburant dans les limites indiquées à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.5. La température du carburant ne doit pas être inférieure à 306 K (33 °C). Si elle n'est pas indiquée, elle doit s'élever à $311 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($38 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$) à l'admission du système d'alimentation en carburant.

Pour les moteurs fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, la température du carburant et le point de mesurage se situeront dans les limites fixées à l'annexe II, appendice 1, point 1.16.5, ou à l'annexe II, appendice 3, point 1.16.5, dans les cas où le moteur n'est pas un moteur parent.

2.8. Essai de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement

Si le moteur est équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement, les émissions mesurées durant le ou les cycles d'essai doivent être représentatives des émissions en utilisation réelle. Si ceci est impossible avec un cycle d'essai unique (p. ex. pour des filtres à particules à régénération périodique), plusieurs cycles d'essai doivent être exécutés et les résultats de l'essai moyennés et/ou pondérés. La procédure exacte doit être convenue entre le constructeur du moteur et le service technique en se fondant sur une bonne appréciation technique.

CYCLES D'ESSAI ESC ET ELR

1. RÉGLAGES DU MOTEUR ET CALIBRAGE DU BANC DYNAMOMÉTRIQUE

1.1. Mesure des régimes A, B et C du moteur

Les régimes A, B et C du moteur doivent être déclarés par le constructeur conformément aux dispositions suivantes:

le régime supérieur $n_{sup.}$ est mesuré en calculant 70 % de la puissance maximale nette $P(n)$ déclarée, telle qu'elle est déterminée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. Le régime maximal du moteur auquel cette valeur de puissance apparaît sur la courbe de puissance est défini comme $n_{sup.}$.

Le régime inférieur $n_{inf.}$ est mesuré en calculant 50 % de la puissance maximale nette $P(n)$ déclarée, telle qu'elle est déterminée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. Le régime minimal du moteur auquel cette valeur de puissance apparaît sur la courbe de puissance est défini comme $n_{inf.}$.

Les régimes A, B et C du moteur sont calculés comme suit:

Régime A = $n_{inf.} + 25 \% (n_{sup.} - n_{inf.})$.

Régime B = $n_{inf.} + 50 \% (n_{sup.} - n_{inf.})$.

Régime C = $n_{inf.} + 75 \% (n_{sup.} - n_{inf.})$.

Les régimes A, B et C du moteur peuvent être vérifiés selon l'une des deux méthodes suivantes:

- a) des points d'essai supplémentaires sont mesurés lors de la réception de la puissance du moteur conformément à la directive 80/1269/CEE afin de garantir une détermination précise des régimes $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$. La puissance maximale $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$ est mesurée à partir de la courbe de puissance et les régimes A, B et C du moteur sont déterminés conformément aux dispositions précitées;
- b) une cartographie du moteur est réalisée le long de la courbe de pleine charge, du régime maximal à vide au régime de ralenti, avec au moins 5 points de mesure par intervalles de 1 000 tr/min et des points de mesure à ± 50 tr/min du régime à la puissance maximale déclarée. La puissance maximale $n_{sup.}$ et $n_{inf.}$ est mesurée à partir de cette courbe de cartographie et les régimes A, B et C du moteur sont déterminés conformément aux dispositions précitées.

Si les régimes A, B et C mesurés pour le moteur se situent à ± 3 % des régimes du moteur déclarés par le constructeur, les régimes déclarés doivent être utilisés pour l'essai de mesure des émissions. Si la tolérance est franchie pour un de ces régimes du moteur, les régimes mesurés pour le moteur doivent être utilisés pour l'essai de mesure des émissions.

1.2. Calcul du calibrage dynamométrique

La courbe de couple à pleine charge doit être déterminée par expérimentation pour calculer les valeurs de couple pour les modes d'essai prescrits dans des conditions nettes qui sont indiquées à l'annexe II, appendice 1, point 8.2. S'il y a lieu, la puissance absorbée par l'équipement entraîné par le moteur doit être prise en considération. Le calibrage dynamométrique pour chaque mode d'essai est calculé au moyen de la formule suivante:

$s = P(n) * (L/100)$ lors d'un essai réalisé dans des conditions nettes

$s = P(n) * (L/100) + (P(a) - P(b))$ lors d'un essai non réalisé dans des conditions nettes

où:

s = calibrage dynamométrique, en kW;

P(n) = puissance nette du moteur indiquée à l'annexe II, appendice 1, point 8.2, en kW;

L = taux de charge indiqué au point 2.7.1, en %;

P(a) = puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à installer conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 6.1;

P(b) = puissance absorbée par les dispositifs auxiliaires à enlever conformément aux indications de l'annexe II, appendice 1, point 6.2.

2. EXÉCUTION DE L'ESSAI ESC

À la demande du constructeur, un essai à blanc peut être exécuté afin de conditionner le moteur et le système d'échappement avant le cycle de mesure.

2.1. Préparation des filtres de prélèvement

Une heure au moins avant l'essai, chacun des filtres est placé dans une boîte de Pétri fermée, mais non scellée, et placé dans une chambre de pesée aux fins de stabilisation. Au terme de la période de stabilisation, chaque filtre est pesé et le poids à vide est enregistré. Le filtre est ensuite rangé dans une boîte de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Si le filtre n'est pas utilisé dans les huit heures suivant son retrait de la chambre de pesée, il doit être conditionné et repesé avant son utilisation.

2.2. Installation de l'équipement de mesure

L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être installés conformément aux prescriptions. Lors de l'utilisation d'un système de dilution en circuit principal pour la dilution des gaz d'échappement, le tuyau arrière d'échappement doit être connecté au système.

2.3. Démarrage du système de dilution et du moteur

Le système de dilution et le moteur doivent être démarrés et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et pressions soient stabilisées à la puissance maximale conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art.

2.4. Démarrage du système de prélèvement des particules

Le système de prélèvement des particules doit être démarré et fonctionner en dérivation. Le niveau initial de particules de l'air de dilution peut être mesuré en envoyant l'air de dilution à travers les filtres à particules. Si l'air de dilution a été filtré, une mesure peut être effectuée avant ou après l'essai. Sinon, les valeurs peuvent être mesurées au début et à la fin du cycle, puis moyennées.

2.5. Réglage du taux de dilution

L'air de dilution doit être réglé de sorte que la température des gaz d'échappement dilués mesurée juste avant le filtre primaire ne dépasse pas 325 K (52 °C), quel que soit le mode. Le taux de dilution (q) ne doit pas être inférieur à 4.

Dans le cas de systèmes qui mesurent des concentrations de CO₂ ou de NO_x pour contrôler le taux de dilution, la teneur de l'air de dilution en CO₂ ou en NO_x doit être mesurée au début et à la fin de chaque essai. Les mesures de la concentration initiale du CO₂ ou des NO_x de l'air de dilution, réalisées avant ou après l'essai, doivent se situer respectivement à 100 ppm ou 5 ppm l'une de l'autre.

2.6. Contrôle des analyseurs

Les analyseurs d'émissions sont mis à zéro et étalonnés.

2.7. Cycle d'essai

2.7.1. Le cycle à 13 modes suivant doit être appliqué lorsque le dynamomètre est accouplé au moteur d'essai:

Numéro de mode	Régime du moteur	Taux de charge	Facteur depondération	Durée du mode
1	Ralenti	—	0,15	4 minutes
2	A	100	0,08	2 minutes
3	B	50	0,10	2 minutes
4	B	75	0,10	2 minutes
5	A	50	0,05	2 minutes
6	A	75	0,05	2 minutes
7	A	25	0,05	2 minutes
8	B	100	0,09	2 minutes

9	B	25	0,10	2 minutes
10	C	100	0,08	2 minutes
11	C	25	0,05	2 minutes
12	C	75	0,05	2 minutes
13	C	50	0,05	2 minutes

2.7.2. Séquence d'essai

La séquence d'essai démarre. L'essai doit être exécuté dans l'ordre des numéros de modes prescrit au point 2.7.1.

Le moteur doit fonctionner dans chaque mode pendant la durée spécifiée, le régime du moteur étant atteint et les changements de charge réalisés au cours des 20 premières secondes. Le régime spécifié doit être maintenu à ± 50 tr/min et le couple spécifié à ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.

À la demande du constructeur, la séquence d'essai peut être répétée un nombre suffisant de fois afin de prélever une masse de particules plus grande sur le filtre. Le constructeur fournit une description détaillée des procédures d'évaluation et de calcul des données. Les émissions de gaz ne sont mesurées que lors du premier cycle.

2.7.3. Réponse des analyseurs

Le résultat fourni par les analyseurs est enregistré sur un enregistreur à diagramme rectangulaire ou mesuré à l'aide d'un système d'acquisition de données équivalent, les gaz d'échappement devant passer dans les analyseurs durant tout le cycle d'essai.

2.7.4. Prélèvement de particules

Une paire de filtres (filtre primaire et filtre secondaire, voir l'annexe III, appendice 4) doit être utilisée pendant toute la durée de la procédure d'essai. Il convient de tenir compte des facteurs modaux de pondération prescrits dans la procédure du cycle d'essai en prélevant, à chaque mode individuel du cycle, un échantillon proportionnel au débit massique de gaz d'échappement; à cette fin, on peut régler en conséquence le débit de l'échantillon, la durée du prélèvement et/ou le taux de dilution pour satisfaire au critère d'application des facteurs de pondération effectifs indiqués au point 5.6.

La durée de prélèvement par mode doit au moins s'élever à 4 secondes par facteur de pondération 0,01. Dans chaque mode, le prélèvement doit être réalisé le plus tard possible. Les particules doivent être prélevées au plus tôt 5 secondes avant l'achèvement de chaque mode.

2.7.5. Conditions du moteur

Le régime et la charge du moteur, la température et la dépression de l'air à l'admission, la température et la contre-pression à l'échappement, le débit de carburant et d'air ou de gaz d'échappement, la température de l'air de suralimentation, la température du carburant et l'humidité doivent être enregistrés durant chaque

mode, les conditions de régime et de charge (voir le point 2.7.2) étant respectées pendant la durée de prélèvement des particules, mais, en tout état de cause, durant la dernière minute de chaque mode.

Toutes les données supplémentaires nécessaires à la mesure doivent être enregistrées (voir les points 4 et 5).

2.7.6. *Vérification des émissions de NO_x dans la zone de contrôle*

Dans la zone de contrôle, les émissions de NO_x sont vérifiées au terme du mode 13.

Le moteur est conditionné en mode 13 pendant les trois minutes qui précèdent le début des mesures. Trois mesures doivent être conduites en des emplacements différents de la zone de contrôle qui sont sélectionnés par le service technique³. Chaque mesure dure deux minutes.

La procédure de mesure est identique à celle utilisée pour la mesure des NO_x lors du cycle à 13 modes et elle est appliquée conformément aux points 2.7.3, 2.7.5 et 4.1 de la présente annexe et à l'annexe III, appendice 4, point 3.

La mesure doit être exécutée conformément au point 4.

2.7.7. *Nouvelle vérification des analyseurs*

Au terme de l'essai de mesure des émissions, un gaz de mise à zéro et le même gaz de réglage de sensibilité sont utilisés pour la nouvelle vérification. L'essai est jugé acceptable si la différence entre les résultats obtenus avant et après l'essai est inférieure à 2 % de la valeur du gaz de réglage de sensibilité.

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI ELR

3.1. Installation de l'équipement de mesure

L'opacimètre et les sondes de prélèvement, s'il y a lieu, doivent être installés après le silencieux ou un éventuel dispositif de post-traitement conformément aux procédures générales d'installation préconisées par le fabricant de l'instrument. En outre, les exigences du point 10 de la norme ISO IDS 11614 doivent être respectées lorsqu'elles s'appliquent.

Avant toute vérification du zéro et de la pleine échelle, l'opacimètre doit être chauffé et stabilisé conformément aux recommandations du fabricant de l'instrument. S'il est équipé d'un système à air de purge destiné à éviter la formation de suies sur l'optique de l'appareil, ce système doit aussi être activé et réglé conformément aux recommandations du fabricant.

3.2. Vérification de l'opacimètre

Les vérifications du zéro et de la pleine échelle doivent être exécutées en mode de lecture d'opacité, car l'échelle d'opacité possède deux points d'étalonnage

³ Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

parfaitement définissables, à savoir une opacité nulle (0 %) et une opacité totale (100 %). Le coefficient d'absorption lumineuse est ensuite déterminé correctement à l'aide de l'opacité mesurée et de la base L_A fournie par le fabricant de l'opacimètre lorsque l'instrument est de nouveau réglé sur le mode de lecture k pour l'essai.

Lorsque le faisceau lumineux de l'opacimètre n'est pas obstrué, l'indicateur doit être réglé sur une opacité de $0,0 \% \pm 1,0 \%$. Lorsque le faisceau ne peut pas atteindre le récepteur, l'indicateur doit être réglé sur une opacité de $100,0 \% \pm 1,0 \%$.

3.3. Cycle d'essai

3.3.1. Conditionnement du moteur

Le moteur et le système doivent être mis en température à la puissance maximale afin de stabiliser les paramètres du moteur conformément à la recommandation du constructeur. La phase de préconditionnement doit également protéger la mesure proprement dite contre l'influence de dépôts dans le système d'échappement résultant d'un essai antérieur.

Une fois le moteur stabilisé, le cycle démarre dans les 20 ± 2 s qui suivent la phase de préconditionnement. À la demande du constructeur, un essai à blanc peut être exécuté en vue de garantir un conditionnement supplémentaire avant le cycle de mesure.

3.3.2. Séquence d'essai

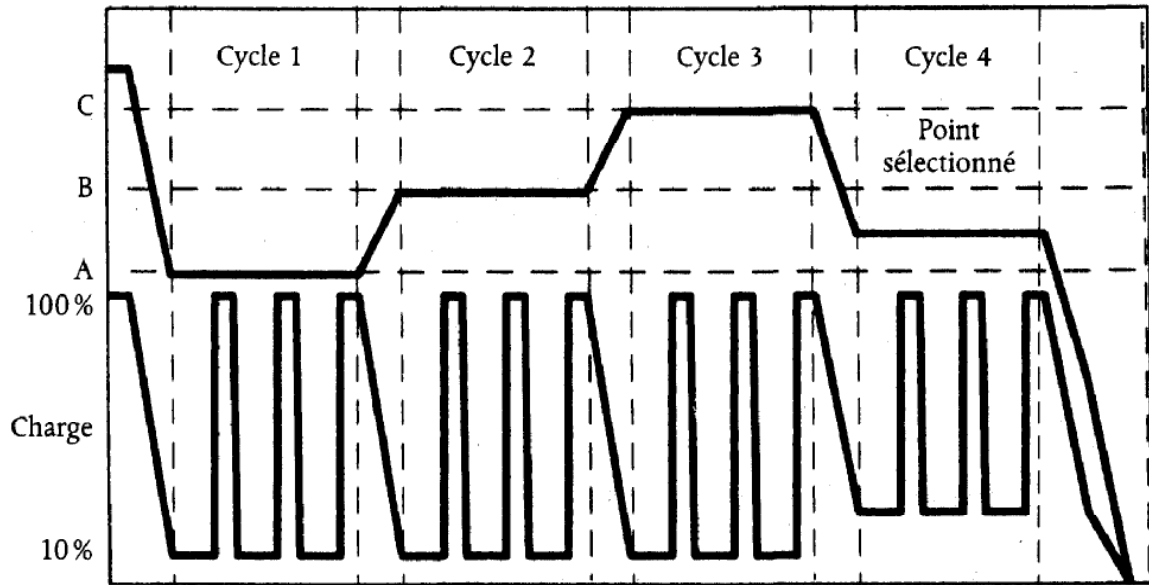
L'essai se compose d'une séquence de trois échelons de charge à chacun des trois régimes A (cycle 1), B (cycle 2) et C (cycle 3) du moteur, définis conformément à l'annexe III, point 1.1; elle est suivie d'un cycle 4 réalisé à un régime compris dans la zone de contrôle et à une charge de 10 % à 100 % sélectionnée par le service technique⁴. La séquence ci-dessous doit être conforme à la figure 3 lorsqu'un dynamomètre est accouplé au moteur d'essai.

Figure 3

Cycle de l'essai ELR

⁴ Les points d'essai doivent être sélectionnés à l'aide de méthodes statistiques agréées de prélèvement aléatoire.

Régime



- Le moteur doit fonctionner au régime A et à un taux de charge de 10 % pendant 20 ± 2 s. Le régime spécifié doit être maintenu à ± 20 tr/min et le couple spécifié à ± 2 % du couple maximal au régime d'essai.
- Au terme de la première étape, le levier de réglage du régime doit être amené rapidement et maintenu en position pleins gaz pendant 10 ± 1 s. La charge dynamométrique nécessaire doit être appliquée afin de maintenir le régime du moteur à ± 150 tr/min durant les 3 premières secondes, puis à ± 20 tr/min pendant le reste de l'étape.
- La séquence décrite sous les points a) et b) doit être répétée à deux reprises.
- Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime B et sur un taux de charge de 10 % en moins de 20 ± 2 s.
- La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime B.
- Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime C et un taux de charge de 10 % en moins de 20 ± 2 s.
- La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime C.
- Au terme du troisième échelon de charge, le moteur doit être réglé sur le régime du moteur sélectionné et une charge quelconque supérieure à 10 % en moins de 20 ± 2 s.
- La séquence a) à c) doit être exécutée lorsque le moteur tourne au régime sélectionné.

3.4. Validation du cycle

Les écarts types relatifs des valeurs moyennes de fumées à chaque régime d'essai (A, B et C) doivent être inférieurs à 15 % de la valeur moyenne correspondante (SV_A , SV_B , SV_C , tels que calculés, conformément au point 6.3.3, à partir de trois échelons

de charge successifs à chaque régime d'essai) ou inférieurs à 10 % de la valeur limite indiquée au tableau 1 de l'annexe I, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue. Si la différence est supérieure, la séquence doit être répétée jusqu'à ce que trois échelons de charge successifs répondent aux critères de validation.

3.5. Nouvelle vérification de l'opacimètre

La valeur de dérive du zéro de l'opacimètre, qui est mesurée après l'essai, ne doit pas dépasser $\pm 5,0$ % de la valeur limite indiquée au tableau 1 de l'annexe I.

4. MESURE DES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS

4.1. Évaluation des résultats

Pour évaluer les émissions de gaz, il convient de calculer la moyenne des valeurs des diagrammes des 30 dernières secondes de chaque mode et de déterminer, durant chaque mode, les concentrations moyennes (conc) de HC, de CO et de NO_x à partir des valeurs moyennes des diagrammes et des données d'étalonnage correspondantes. Un type différent d'enregistrement peut être utilisé s'il garantit une acquisition équivalente des données.

Lors d'une vérification des émissions de NO_x dans la zone de contrôle, les exigences précitées ne valent que pour les émissions de NO_x.

Le débit de gaz d'échappement G_{EXHW} ou le débit de gaz d'échappement dilués G_{TOTW} — s'il est utilisé en option — doit être mesuré conformément à l'annexe III, appendice 4, point 2.3.

4.2. Correction en conditions sèches/humides

Si elles ne sont pas déjà mesurées en conditions humides, les concentrations mesurées doivent être converties en valeurs rapportées en conditions humides à l'aide de la formule ci-dessous:

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

Pour les gaz d'échappement bruts:

$$K_{w,r} = \left(1 - F_H \times \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIR}}} \right) - K_{w,2}$$

et

$$F_{\text{FH}} = \frac{1,969}{1 + \frac{G_{\text{FUEL}}}{G_{\text{AIRW}}}}$$

Pour les gaz d'échappement dilués:

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\text{HTCRAT} \times \text{CO}_2 \text{ \%}(\text{humide})}{200} \right) - K_{w1}$$

ou,

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

Pour l'air de dilution

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

$$K_{w,d} = 1 - K_{w1}$$

$$K_{w,a} = 1 - K_{w2}$$

$$K_{w1} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)}$$

$$K_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_d = \frac{6,220 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

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

où:

H_a, H_d = g d'eau par kg d'air sec

R_d, R_a = humidité relative de l'air de dilution/d'admission, en %

p_d, p_a = pression de vapeur saturante de l'air de dilution/d'admission, en kPa

p_B = pression barométrique totale, en kPa

4.3. Correction de l'humidité et de la température des émissions de NO_x

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de la température et de l'humidité de l'air ambiant en appliquant les facteurs de la formule ci-dessous:

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

où

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

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

T_a = température de l'air d'admission, en K (la température et l'humidité doivent être mesurées à la même position)

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

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

où

R_a = humidité relative de l'air d'admission, en %

p_a = pression de vapeur saturante de l'air d'admission, en kPa

p_B = pression barométrique totale, en kPa

4.4. Mesures des débits massiques d'émission

Les débits massiques d'émission (g/h) doivent être mesurés comme suit pour chaque mode, en supposant la densité des gaz d'échappement égale à 1,293 kg/m³ à 273 K (0 °C) et 101,3 kPa:

$$(1) \quad NO_{x \text{ masse}} = 0,001587 \times NO_{x \text{ conc}} \times K_{H,D} \times G_{EXHW}$$

$$(2) \quad CO_{\text{masse}} = 0,000966 \times CO_{\text{conc}} \times G_{EXHW}$$

$$(3) \quad HC_{\text{masse}} = 0,000479 \times HC_{\text{conc}} \times G_{EXHW}$$

où $NO_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , HC_{conc} ⁵ sont les concentrations moyennes (ppm) présentes dans les gaz d'échappement bruts mesurés au point 4.1.

Si, en option, les émissions de gaz sont mesurées à l'aide d'un système de dilution en circuit principal, la formule suivante s'applique:

$$(1) \quad NO_{x \text{ masse}} = 0,001587 \times NO_{x \text{ conc}} \times K_{H,D} \times G_{TOTW}$$

$$(2) \quad CO_{\text{masse}} = 0,000966 \times CO_{\text{conc}} \times G_{TOTW}$$

$$(3) \quad HC_{\text{masse}} = 0,000479 \times HC_{\text{conc}} \times G_{TOTW}$$

où $NO_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , HC_{conc} ⁶ sont les concentrations moyennes corrigées de l'air de dilution (ppm) de chaque mode dans les gaz d'échappement dilués, déterminés à l'annexe III, appendice 2, point 4.3.1.1.

4.5. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit pour tous les éléments constitutifs individuels:

$$\overline{NO_x} = \frac{\sum NO_{x \text{ masse}} \times WF_i}{\sum P(n)_i \times WF_i}$$

⁵ À partir d'un équivalent C1.

⁶ À partir d'un équivalent C1.

$$\overline{\text{CO}} = \frac{\sum \text{CO}_{\text{masse}} \times \text{WF}_i}{\sum \text{P(n)}_i \times \text{WF}_i}$$

$$\overline{\text{HC}} = \frac{\sum \text{HC}_{\text{masse}} \times \text{WF}_i}{\sum \text{P(n)}_i \times \text{WF}_i}$$

Les facteurs de pondération (WF) utilisés dans le calcul ci-dessus sont conformes au point 2.7.1.

4.6. Calcul des valeurs de la zone de contrôle

Pour les trois points de contrôle sélectionnés conformément au point 2.7.6, les émissions de NO_x sont mesurées et calculées conformément au point 4.6.1, puis déterminées par interpolation à partir des modes du cycle d'essai les plus proches des différents points de contrôle indiqués au point 4.6.2. Les valeurs mesurées sont ensuite comparées aux valeurs interpolées conformément au point 4.6.3.

4.6.1. Calcul des émissions spécifiques

Pour chacun des points de contrôle (Z), les émissions de NO_x doivent être mesurées comme suit:

$$\text{NO}_{x \text{ masse}, Z} = 0,001587 \times \text{NO}_{x \text{ conc}, Z} \times K_{H,D} \times G_{EXHW}$$

$$\text{NO}_{x, Z} = \frac{\text{NO}_{x \text{ Masse}, Z}}{\text{P(n)}_Z}$$

4.6.2. Détermination de la valeur des émissions du cycle d'essai

Les émissions de NO_x mesurées pour chacun des points de contrôle doivent être interpolées à partir des quatre modes les plus proches du cycle d'essai qui recouvrent le point de contrôle Z sélectionné (voir la figure 4). Les définitions suivantes s'appliquent à ces modes (R, S, T, U):

Régime (R) = Régime (T) = n_{RT}

Régime (S) = Régime (U) = n_{SU}

Taux de charge (R) = Taux de charge (S)

Taux de charge (T) = Taux de charge (U)

Les émissions de NO_x du point de contrôle sélectionné Z doivent être mesurées comme suit:

$$E_Z = \frac{E_{RS} + (E_{TU} - E_{RS}) \times (M_Z - M_{RS})}{M_{TU} - M_{RS}}$$

et

$$E_{TU} = \frac{E_T + (E_U - E_T) \times (n_z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$E_{RS} = \frac{E_R + (E_S - E_R) \times (n_z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{TU} = \frac{M_T + (M_U - M_T) \times (n_z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

$$M_{RS} = \frac{M_R + (M_S - M_R) \times (n_z - n_{RT})}{n_{SU} - n_{RT}}$$

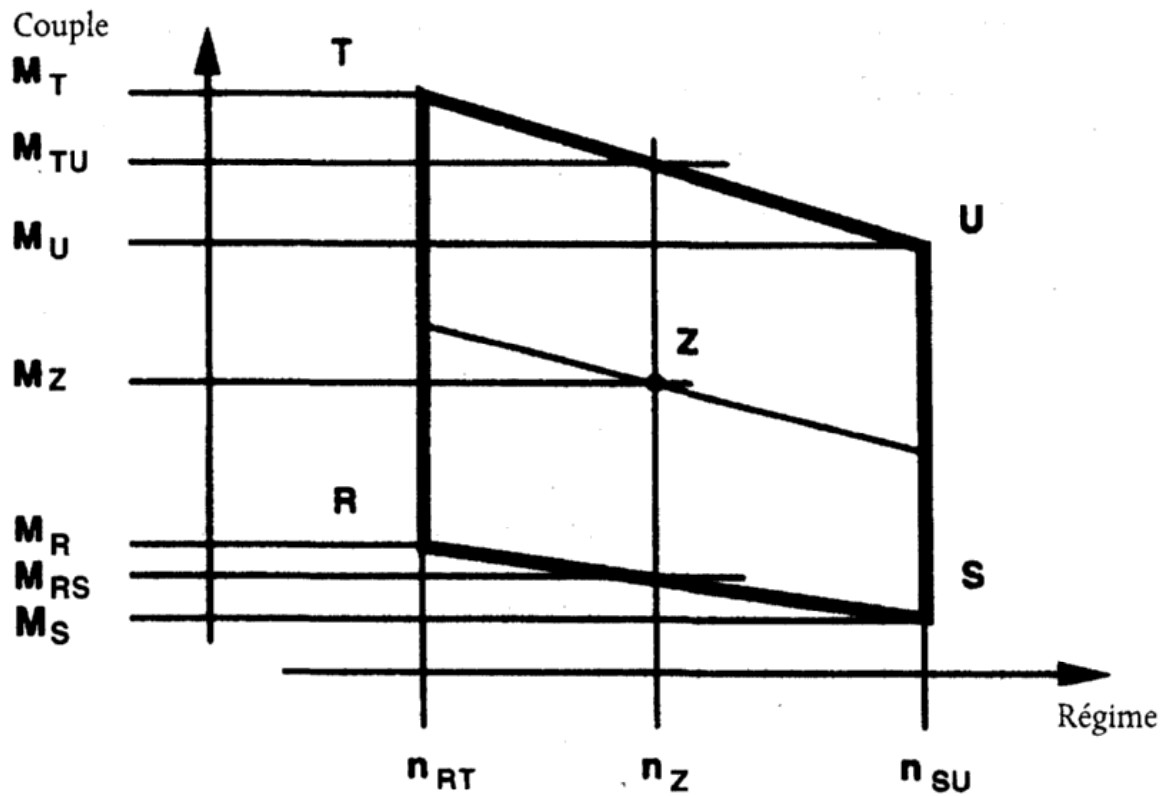
où:

E_R, E_S, E_T, E_U = émissions spécifiques de NO_x des modes enveloppans déterminés conformément au point 4.6.1

M_R, M_S, M_T, M_U = couple du moteur des modes enveloppans

Figure 4

Interpolation du point de contrôle des émissions de NO_x



4.6.3. Comparaison des valeurs des émissions de NO_x

Les émissions spécifiques de NO_x mesurées au point de contrôle Z ($NO_{x,Z}$) sont comparées à la valeur interpolée (E_Z) comme suit:

$$NO_{x \text{ diff}} = 100 \times \frac{NO_{x,Z} - E_Z}{E_Z}$$

5. MESURE DES ÉMISSIONS DE PARTICULES

5.1. Évaluation des résultats

Pour évaluer les particules, la masse totale de l'échantillon ($M_{SAM,i}$) au travers des filtres doit être enregistrée pour chaque mode.

Les filtres doivent être ramenés dans la chambre de pesée et conditionnés pendant au moins une heure mais pas plus de 80 heures, puis pesés. Le poids brut des filtres doit être enregistré et leur poids à vide (voir le point 2.1 du présent appendice) soustrait. La masse de particules M_f est la somme des masses de particules prélevées sur les filtres primaire et secondaire.

Si une correction doit être apportée pour l'air de dilution, la masse d'air de dilution (M_{DIL}) au travers des filtres et la masse de particules (M_d) doivent être enregistrées. Si plus d'une mesure a été effectuée, le quotient M_d/M_{DIL} doit être calculé pour chaque mesure individuelle et une moyenne de valeurs doit être calculée.

5.2. Système de dilution en dérivation

Les résultats d'essai définitifs communiqués pour l'émission de particules sont calculés comme suit. Puisque divers types de contrôle du taux de dilution peuvent être employés, différentes méthodes de calcul s'appliquent à G_{EDFW} . Tous les calculs doivent se fonder sur les valeurs moyennes des modes individuels au cours de la période de prélèvement.

5.2.1. Systèmes isocinétiques

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

où r correspond au rapport de la section de la sonde isocinétique à celle du tuyau d'échappement:

$$R = \frac{A_p}{A_T}$$

5.2.2. Systèmes avec mesure de la concentration de CO_2 ou de NO_x

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

$$q_i = \frac{(\text{conc}_{E,i} - \text{conc}_{A,i})}{\text{conc}_{D,i} - \text{conc}_{A,i}}$$

où:

conc_E = concentration humide du gaz traceur dans les gaz d'échappement bruts

conc_D = concentration humide du gaz traceur dans les gaz d'échappement dilués

conc_A = humide du gaz traceur dans l'air de dilution

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées à des conditions humides conformément au point 4.2 du présent appendice.

5.2.3. *Systèmes avec mesure du CO₂ et méthode du bilan carbone*⁷

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,5 \times G_{FUEL,i}}{\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

où:

CO_{2D} = concentration de CO₂ des gaz d'échappement dilués

CO_{2A} = concentration de CO₂ de l'air de dilution

(concentrations en % vol en conditions humides)

Cette équation repose sur l'estimation du bilan carbone (les atomes de carbone fournis au moteur sont émis sous forme de CO₂) et est dérivée comme suit:

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

et

$$q_i = \frac{(\text{conc}_{E,i} - \text{conc}_{A,i})}{\text{conc}_{D,i} - \text{conc}_{A,i}}$$

5.2.4. *Systèmes avec mesure du débit*

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

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

⁷ La valeur n'est valable que pour le carburant de référence indiqué à l'annexe IV.

5.3. Système de dilution en circuit principal

Les résultats d'essai communiqués pour les émissions de particules sont calculés comme suit. Tous les calculs doivent se fonder sur les valeurs moyennes des modes individuels au cours de la période de prélèvement.

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

5.4. Calcul du débit massique de particules

Le débit massique de particules est calculé comme suit:

$$PT_{\text{masse}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \times \frac{\bar{G}_{\text{EDFW}}}{1000}$$

où:

$$\bar{G}_{\text{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{\text{EDFW},i} \times WF_i$$

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

$$i = 1, \dots, n$$

déterminés pendant le cycle d'essai en additionnant les valeurs moyennes des modes individuels au cours de la période de prélèvement.

Le débit massique des particules peut faire l'objet d'une correction pour l'air de dilution comme suit:

$$PT_{\text{masse}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{\bar{G}_{\text{EDFW}}}{1000}$$

Si plusieurs mesures sont effectuées, $\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}}$ est remplacé par $\frac{M_d}{\bar{M}_{\text{DIL}}}$.

$$DF_i = \frac{13,4}{\left(\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4} \right)} \text{ pour les modes individuels}$$

ou

$$DF_i = \frac{13,4}{\text{concCO}_2} \text{ pour les modes individuels.}$$

5.5. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions de particules sont calculées comme suit:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{\text{masse}}}{\sum P(n)_i \times WF_i}$$

5.6. Facteur de pondération effectif

Le facteur de pondération effectif $WF_{E,i}$ de chaque mode est calculé comme suit:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \times \overline{G_{EDF W}}}{M_{SAM} \times G_{EDF W,i}}$$

La valeur des facteurs de pondération effectifs doit se situer à $\pm 0,003$ ($\pm 0,005$ pour le mode «Ralenti») des facteurs de pondération repris au point 2.7.1.

6. CALCUL DES VALEURS DE FUMÉES

6.1. Algorithme de Bessel

L'algorithme de Bessel sert à calculer les moyennes sur 1 s à partir des mesures instantanées de fumées, converties conformément au point 6.3.1. Il émule un filtre passe-bas de deuxième ordre et son utilisation impose d'effectuer des calculs itératifs afin de déterminer les coefficients. Ceux-ci dépendent du temps de réponse de l'opacimètre et de la fréquence de prélèvement. Par conséquent, le point 6.1.1 doit être répété à chaque variation du temps de réponse du système et/ou de la fréquence de prélèvement.

6.1.1 Calcul du temps de réponse du filtre et constantes de Bessel

Le temps de réponse de Bessel requis (t_F) dépend des temps de réponse physique et électrique de l'opacimètre qui figurent à l'annexe III, appendice 4, point 5.2.4, et est dérivé de l'équation ci-dessous:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

où:

t_p = temps de réponse physique, en s

t_e = temps de réponse électrique, en s

Les calculs d'évaluation de la fréquence de coupure du filtre (f_c) reposent sur un signal d'entrée progressif de 0 à 1 en $\leq 0,01$ s (voir l'annexe VII). Le temps de réponse est défini comme le temps entre le moment où la sortie de Bessel atteint 10 % (t_{10}) et le moment où elle atteint 90 % (t_{90}) de cette fonction en escalier. Il doit être obtenu par itération sur f_c jusqu'à ce que $t_{90} - t_{10} \approx t_F$. La première itération de f_c découle de la formule suivante:

$$f_c = \frac{\pi}{10 \times t_F}$$

Les constantes de Bessel E et K sont dérivées des équations suivantes:

$$E = \frac{1}{(1 + \Omega \times \sqrt{(3 \times D) + D \times \Omega^2})}$$

$$K = 2 \times E \times (D \times \Omega^2 - 1) - 1$$

où:

$$D = 0,618034$$

$$\Delta t = \frac{1}{\text{fréquence de prélèvement}}$$

$$\Omega = \frac{1}{[\tan(\pi \times \Delta t \times f_c)]}$$

6.1.2. Calcul de l'algorithme de Bessel

Les valeurs de E et K permettent de calculer comme suit la moyenne de Bessel sur 1 s à un signal d'entrée progressif S_i :

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

où:

$$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$$

$$S_i = 1$$

$$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$$

Les temps t_{10} et t_{90} sont interpolés. La différence de temps entre t_{90} et t_{10} détermine le temps de réponse t_F pour cette valeur de f_c . Si ce temps de réponse n'est pas suffisamment proche du temps de réponse requis, l'itération doit être poursuivie comme suit jusqu'à ce que le temps de réponse effectif se situe à moins de 1 % de la réponse requise:

$$((t_{90} - t_{10}) - t_F) \leq 0,01 \times t_F$$

6.2. Évaluation des résultats

Les valeurs de fumées mesurées doivent être échantillonnées à une fréquence minimale de 20 Hz.

6.3. Détermination des fumées

6.3.1. Conversion de données

Comme l'unité de mesure de base de tous les opacimètres est la transmittance, les valeurs de fumées mesurées en transmittance (τ) doivent être converties en un coefficient d'absorption lumineuse (k) comme suit:

$$k = -\frac{1}{L_A} \times \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

et

$$N = 100 - \tau$$

où:

k = coefficient d'absorption lumineuse, en m^{-1}

L_A = base de mesure effective présentée par le fabricant de l'instrument, en m

N = opacité, en %

τ = transmittance, en %

La conversion doit précéder tout traitement ultérieur des données.

6.3.2. Calcul de la moyenne de Bessel des fumées

Par fréquence correcte de coupure f_c , il faut entendre la fréquence qui génère le temps de réponse t_F requis pour le filtre. Une fois cette fréquence déterminée par le processus itératif du point 6.1.1, les constantes E et K correctes de l'algorithme de Bessel sont calculées. L'algorithme de Bessel est ensuite appliqué à la trace instantanée de fumées (valeur k) qui est décrite au point 6.1.2:

$$Y_i = Y_{i-1} + E \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + K \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Par nature, l'algorithme de Bessel est récursif. Il requiert donc plusieurs valeurs d'entrée initiales pour S_{i-1} et S_{i-2} et plusieurs valeurs de sortie initiales pour Y_{i-1} et Y_{i-2} pour pouvoir lancer l'algorithme. Ces valeurs peuvent être supposées égales à 0.

Pour chaque échelon de charge des trois régimes A, B et C, la valeur 1 s maximale Y_{max} est sélectionnée parmi les différentes valeurs Y_i de chaque trace de fumées.

6.3.3. Résultats finals

Les valeurs de fumées moyennes (SV) de chaque cycle (régime d'essai) sont calculées comme suit:

pour le régime d'essai A $SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A})/3$

pour le régime d'essai B $SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B})/3$

pour le régime d'essai C $SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C})/3$

où:

$Y_{max1}, Y_{max2}, Y_{max3}$ = moyenne de Bessel maximale sur 1 s des fumées à chacun des trois échelons de charge

La valeur finale est calculée comme suit:

$$SV = (0,43 \times SV_A) + (0,56 \times SV_B) + (0,01 \times SV_C)$$

CYCLE D'ESSAI ETC

1. PROCÉDURE DE RÉALISATION DE LA CARTOGRAPHIE DU MOTEUR

1.1. Détermination de la gamme de régimes de la cartographie

Pour pouvoir exécuter l'essai ETC dans la chambre d'essai, une cartographie du moteur doit être réalisée avant le cycle d'essai afin de déterminer le diagramme régime-couple. Les régimes de cartographie minimal et maximal sont définis comme suit:

Régime de cartographie minimal = de ralenti

Régime de cartographie maximal = $n_{sup.} \times 1,02$ ou régime auquel le couple à pleine charge tombe à zéro, la valeur la plus faible étant retenue

1.2. Réalisation de la cartographie de puissance du moteur

Le moteur est mis en température à la puissance maximale afin de stabiliser ses paramètres conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art. Une fois le moteur stabilisé, la cartographie du moteur est réalisée comme suit:

- a) Le moteur n'est pas chargé et tourne au régime de ralenti.
- b) Le moteur tourne à pleine charge/à pleine ouverture des gaz au régime de cartographie minimal.
- c) Le régime du moteur est augmenté à un taux moyen de 8 ± 1 tr/min par seconde entre les régimes de cartographie minimal et maximal. Les points de régime et de couple du moteur sont enregistrés à une fréquence d'échantillonnage d'au moins un point par seconde.

1.3. Élaboration de la courbe de cartographie

Tous les points de données enregistrés au point 1.2 sont reliés par interpolation linéaire. La courbe de couple résultante constitue la courbe de cartographie et sert à convertir les valeurs de couple normalisées du cycle du moteur en valeurs de couple effectives pour le cycle d'essai (voir la description du point 2).

1.4. Autres techniques de cartographie

Si un constructeur estime que les techniques de cartographie exposées ci-dessus ne sont pas fiables ou représentatives d'un moteur quelconque donné, d'autres techniques de cartographie peuvent être appliquées. À l'instar des procédures de cartographie spécifiées, elles doivent viser à déterminer le couple maximal disponible à tous les régimes du moteur atteints au cours des cycles d'essai. Les techniques qui, pour des raisons de fiabilité ou de représentativité, s'écartent des techniques spécifiées doivent être approuvées par le service technique en même temps que la justification de leur emploi. En aucun cas, la cartographie ne pourra

cependant être obtenue à partir d'un balayage suivant les vitesses décroissantes pour des moteurs à régulateur ou à turbocompresseur.

1.5. **Renouvellement des essais**

Une cartographie de moteur ne doit pas nécessairement être réalisée avant chaque cycle d'essai. Tel ne doit être le cas que:

- si, en vertu d'une appréciation technique, un laps de temps excessif s'est écoulé depuis la dernière cartographie

ou

- si le moteur a subi des modifications physiques ou des réétalonnages susceptibles d'influencer potentiellement ses performances.

2. **ÉLABORATION DU CYCLE D'ESSAI DE RÉFÉRENCE**

Le cycle d'essai transitoire est décrit à l'appendice 3 de la présente annexe. Les valeurs de couple et de régime normalisées sont converties en valeurs effectives comme suit et donnent le cycle de référence.

2.1. **Régime effectif**

Le régime est dénormalisé au moyen de l'équation suivante:

$$\text{Régime effectif} = \frac{\% \text{ régime (régime de référence - régime de ralenti)}}{100} + \text{régime de ralenti}$$

Le régime de référence (n_{ref}) correspond aux valeurs de régime à 100 % spécifiées dans la programmation de la génératrice de l'appendice 3. Il est défini comme suit (voir la figure 1 de l'annexe I):

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{inf}} + 95 \% \times (n_{\text{sup.}} - n_{\text{inf.}})$$

où $n_{\text{sup.}}$ et $n_{\text{inf.}}$ sont spécifiés conformément à l'annexe I, point 2, ou calculés conformément à l'annexe III, appendice 1, point 1.1.

2.2. **Couple effectif**

Le couple est normalisé jusqu'au couple maximal au régime correspondant. Les valeurs de couple du cycle de référence sont dénormalisées comme suit à l'aide de la courbe de cartographie calculée conformément au point 1.3:

$$\text{Couple effectif} = (\% \text{ de couple} \times \text{couple max.}/100)$$

pour le régime effectif correspondant tel qu'il est déterminé au point 2.1.

Pour pouvoir élaborer le cycle de référence, les valeurs de couple négatives «moteur entraîné» («m») sont des valeurs dénormalisées calculées selon une des méthodes ci-dessous:

- 40 % négatifs du couple positif disponible au point de régime associé;

- cartographie du couple négatif requis pour l'entraînement du moteur entre le régime de cartographie minimal et le régime de cartographie maximal;
- calcul du couple négatif requis pour l'entraînement du moteur aux régimes de ralenti et de référence et interpolation linéaire entre ces deux points.

2.3. Exemple de procédure de dénormalisation

À titre d'exemple, le point d'essai suivant doit être dénormalisé:

% de régime = 43

% de couple = 82

En supposant les valeurs suivantes:

régime de référence = 2 200 tr/min

régime de ralenti = 600 tr/min

nous obtenons

$$\text{régime effectif} = (43 \times (2\,200 - 600)/100) + 600 = 1\,288 \text{ tr/min}$$

$$\text{couple effectif} = (82 \times 700/100) = 574 \text{ Nm}$$

où le couple maximal observé sur la courbe de cartographie à 1 288 tr/min est égal à 700 Nm.

3. EXÉCUTION DE L'ESSAI DE MESURE DES ÉMISSIONS

À la demande du constructeur, un essai à blanc peut être exécuté afin de conditionner le moteur et le système d'échappement avant le cycle de mesure.

Les moteurs fonctionnant au gaz naturel et au GPL doivent être rodés en recourant à l'essai ETC. Le moteur doit tourner durant deux cycles ETC minimum et jusqu'à ce que les émissions de CO mesurées sur un cycle ETC ne dépassent pas de plus de 25 % les émissions de CO mesurées lors du cycle ETC précédent.

3.1. Préparation des filtres de prélèvement (moteurs Diesel uniquement)

Une heure au moins avant l'essai, chaque filtre (paire) est placé dans une boîte de Pétri fermée mais non scellée et placé dans une chambre de pesée aux fins de stabilisation. À la fin de la période de stabilisation, chaque filtre (paire) est pesé et le poids à vide est enregistré. Le filtre (paire) est ensuite rangé dans une boîte de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Si le filtre (paire) n'est pas utilisé dans les huit heures suivant son retrait de la chambre de pesée, il doit être conditionné et repesé avant son utilisation.

3.2. Installation de l'équipement de mesure

L'appareillage et les sondes de prélèvement doivent être installés conformément aux prescriptions. Le tuyau arrière d'échappement doit être connecté au système de dilution en circuit principal.

3.3. Démarrage du système de dilution et du moteur

Le système de dilution et le moteur doivent être démarrés et mis en température jusqu'à ce que toutes les températures et pressions soient stabilisées à la puissance maximale conformément à la recommandation du constructeur et aux règles de l'art.

3.4. Démarrage du système de prélèvement des particules (moteurs Diesel uniquement)

Le système de prélèvement des particules doit être démarré et fonctionner en dérivation. Le niveau de particules dans l'air de dilution peut être mesuré en envoyant l'air de dilution à travers les filtres à particules. Si l'air de dilution a été filtré, une mesure peut être effectuée avant ou après l'essai. Sinon, les valeurs peuvent être mesurées au début et à la fin du cycle, puis moyennées.

3.5. Réglage du système de dilution en circuit principal

Le débit total de gaz d'échappement dilués est réglé afin d'éliminer la condensation d'eau dans le système et d'obtenir une température maximale inférieure ou égale à 325 K (52 °C) à la section d'entrée du filtre (voir l'annexe V, point 2.3.1, DT).

3.6. Contrôle des analyseurs

Les analyseurs d'émissions sont mis à zéro et étalonnés. Si des sacs de prélèvement sont utilisés, ils doivent être éliminés.

3.7. Procédure de démarrage du moteur

Le moteur stabilisé est démarré à l'aide d'un démarreur de série ou du dynamomètre conformément à la procédure de démarrage recommandée par le constructeur dans le manuel d'utilisation. En option, l'essai peut débuter dès la phase de préconditionnement sans couper le moteur lorsque ce dernier a atteint le régime de ralenti.

3.8. Cycle d'essai

3.8.1. Séquence d'essai

La séquence d'essai débute lorsque le moteur a atteint le régime de ralenti. L'essai est exécuté conformément au cycle de référence défini au point 2 du présent appendice. Les points de réglage qui déterminent le régime et le couple du moteur sont sortis à 5 Hz (10 Hz recommandés) minimum. Le régime et le couple de réaction du moteur sont enregistrés au moins une fois par seconde durant le cycle d'essai et les signaux peuvent être filtrés par voie électronique.

3.8.2. Réponse des analyseurs

Si le cycle débute dès le préconditionnement, l'équipement de mesure doit être démarré en même temps que le moteur ou la séquence d'essai:

- début de la collecte ou de l'analyse de l'air de dilution;
- début de la collecte ou de l'analyse des gaz d'échappement dilués;
- début de la mesure de la quantité de gaz d'échappement dilués (échantillon à volume constant ou CVS) ainsi que des températures et pressions requises;
- début de l'enregistrement des données de réaction du régime et du couple du dynamomètre.

Les hydrocarbures (HC) et les NO_x sont mesurés en continu dans le tunnel de dilution à une fréquence de 2 Hz. Les concentrations moyennes sont calculées en intégrant les signaux de l'analyseur sur toute la durée du cycle d'essai. Le temps de réponse du système ne doit pas être supérieur à 20 s et, s'il y a lieu, doit être coordonné avec les fluctuations du débit de l'échantillon à volume constant et avec les écarts de la durée du prélèvement/du cycle d'essai. Les quantités de CO, de CO₂, de NMHC et de CH₄ sont calculées en intégrant ou en analysant les concentrations du sac de prélèvement collecté durant le cycle. Les concentrations de gaz polluants dans l'air de dilution sont calculées par intégration ou par une collecte dans le sac d'air de dilution. Toutes les autres valeurs sont enregistrées à raison d'une mesure par seconde (1 Hz) minimum.

3.8.3. Prélèvement de particules (moteurs Diesel uniquement)

Si le cycle débute dès le préconditionnement, le système de prélèvement de particules est commuté du mode de dérivation en mode de collecte des particules dès le démarrage du moteur ou de la séquence d'essai.

En l'absence de compensation de débit, la ou les pompes de prélèvement doivent être réglées de sorte que le débit qui traverse la sonde de prélèvement de particules ou le tube de transfert soit maintenu à une valeur située à $\pm 5\%$ du débit réglé. En présence d'une compensation de débit (à savoir un contrôle proportionnel du débit de l'échantillon), il faut démontrer que le rapport du débit du tunnel principal à celui de l'échantillon de particules ne varie pas de plus de $\pm 5\%$ par rapport à sa valeur réglée (à l'exception des 10 premières secondes du prélèvement).

Remarque: Dans le cas d'une dilution double, le débit de l'échantillon est la différence nette entre le débit qui traverse les filtres de prélèvement et le débit d'air de dilution secondaire.

Les valeurs moyennes de température et de pression au(x) compteur(s) de gaz ou à l'entrée des instruments de mesure du débit doivent être enregistrées. Si, en raison d'une charge élevée de particules sur le filtre, le débit réglé ne peut pas être maintenu pendant toute la durée du cycle ($\pm 5\%$), l'essai est annulé. Il doit être recommencé avec un débit inférieur et/ou un diamètre de filtre plus grand.

3.8.4. *Calage du moteur*

Si le moteur cale à un moment quelconque du cycle d'essai, il doit être préconditionné et redémarré, puis l'essai doit être recommencé. L'essai est annulé lors d'une défaillance d'un des équipements d'essai requis durant le cycle d'essai.

3.8.5. *Opérations après l'essai*

Au terme de l'essai, la mesure du volume de gaz d'échappement dilués, l'écoulement du gaz dans les sacs collecteurs et la pompe de prélèvement de particules doivent être arrêtés. Dans le cas d'un analyseur intégrateur, le prélèvement est poursuivi jusqu'à l'écoulement des temps de réponse du système.

Si des sacs collecteurs sont utilisés, leurs concentrations sont analysées dès que possible et, en tout état de cause, 20 minutes au plus tard après la fin du cycle d'essai.

Après l'essai de mesure des émissions, un gaz de mise à zéro et le même gaz de réglage de sensibilité sont utilisés pour revérifier les analyseurs. L'essai est jugé acceptable si la différence entre les résultats obtenus avant et après l'essai est inférieure à 2 % de la valeur du gaz de réglage de sensibilité.

Dans le cas de moteurs Diesel uniquement, les filtres à particules sont ramenés dans la chambre de pesée une heure au plus tard après la fin de l'essai, puis conditionnés dans une boîte de Pétri fermée mais pas scellée pendant au moins une heure, mais pas plus de 80 heures avant le pesage.

3.9. Vérification de l'exécution de l'essai

3.9.1. *Décalage de données*

Afin de minimiser l'effet de biais dû au laps de temps qui sépare les valeurs de réaction de celles du cycle de référence, toute la séquence de signaux de réaction du régime et du couple du moteur peut être avancée ou retardée dans le temps en fonction de la séquence de régime et de couple de référence. Si les signaux de réaction sont décalés, le régime et le couple doivent être décalés de la même valeur dans la même direction.

3.9.2. *Calcul du travail du cycle*

Le travail du cycle effectif W_{eff} (kWh) est calculé avec chaque paire enregistrée de valeurs de réaction de régime et de couple du moteur, et ce, après tout décalage des données de réaction si cette option est sélectionnée. Le travail du cycle effectif W_{eff} sert à effectuer une comparaison avec le travail du cycle de référence $W_{\text{réf}}$ et à déterminer les émissions spécifiques aux freins (voir les points 4.4 et 5.2). La même méthode est appliquée pour intégrer la puissance de référence et la puissance effective du moteur. Si les valeurs doivent être calculées entre des valeurs de référence ou de mesure adjacentes, une interpolation linéaire est effectuée.

Lors de l'intégration du travail du cycle de référence et du travail du cycle effectif, toutes les valeurs de couple négatives sont mises à zéro et incluses. Lorsqu'une intégration se déroule à une fréquence inférieure à 5 Hz et que, durant un laps de temps donné, la valeur du couple devient négative ou positive, la partie négative est calculée et mise à zéro. La partie positive est incluse dans la valeur intégrée.

W_{eff} doit se situer entre $- 15 \%$ et $+ 5 \%$ de $W_{\text{réf}}$.

3.9.3. Statistiques de validation du cycle d'essai

Pour le régime, le couple et la puissance, des régressions linéaires des valeurs de réaction doivent être exécutées par rapport aux valeurs de référence, et ce, après tout décalage des données de réaction si cette option est retenue. La méthode des moindres carrés doit être appliquée et l'équation se présente comme suit:

$$y = mx + b$$

où

y = valeur de réaction (effective) du régime (tr/min), du couple (Nm) ou de la puissance (kW)

m = pente de la ligne de régression

x = valeur de référence du régime (tr/min), du couple (Nm) ou de la puissance (kW)

b = point de rencontre y de la ligne de régression

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

Il est recommandé d'effectuer cette analyse à 1 Hz. Toutes les valeurs négatives du couple de référence et toutes les valeurs de réaction associées sont éliminées du calcul des statistiques de validation du couple et de la puissance du cycle. Pour qu'un essai soit jugé valable, il doit satisfaire aux critères du tableau 6.

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 8

Tableau 6

Tolérances de la droite de régression

	Régime	Couple	Puissance
Erreur type de l'estimation (SE) de Y sur X	Maximum 100 min^{-1}	Maximum 13 % (15 %)(*) de la cartographie de puissance au couple maximal du moteur	Maximum 8 % (15 %)(*) de la cartographie de puissance au couple maximal du moteur
Pente de la droite de régression, m	0,95 à 1,03	0,83-1,03	0,89-1,03 (0,83-1,03) (*)
Coefficient de détermination, r^2	Minimum 0,9700 (minimum)	Minimum 0,8800 (minimum 0,7500) (*)	Minimum 0,9100 (minimum 0,7500) (*)

	0,9500) (*)		
Ordonnée à l'origine de la droite de régression, b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ ou $\pm 2 \%$ ($\pm 20 \text{ Nm}$ ou $\pm 3 \%$)(*) du couple maximal, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue	$\pm 4 \text{ kW}$ ou $\pm 2 \%$ ($\pm 4 \text{ kW}$ ou $\pm 3 \%$)(*) du couple maximal, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue
(*) Jusqu'au 1 ^{er} octobre 2005, les chiffres entre parenthèses peuvent être utilisés pour l'essai de réception des moteurs à gaz. (Avant le 1 ^{er} octobre 2004, la Commission fera rapport sur la mise au point de la technologie des moteurs à gaz, de façon à confirmer ou à modifier les tolérances de droites de régression applicables aux moteurs à gaz fournies dans ce tableau.)			

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe
 →₁ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 9

Des points peuvent être effacés des analyses de régression lorsqu'ils sont indiqués dans le tableau 7.

Tableau 7

Effacements autorisés de points dans une analyse de régression

Condition	Points à effacer
Pleine charge/pleine ouverture des gaz et valeur de réaction du couple < valeur de référence du couple	Couple et/ou puissance
À vide, pas un point de ralenti et valeur de réaction du couple > valeur de référence du couple	Couple et/ou puissance
À vide/gaz fermés, point de ralenti et régime > régime de ralenti de référence	Régime et/ou puissance

4. CALCUL DES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS

4.1. Détermination du débit de gaz d'échappement dilués

Le débit total de gaz d'échappement dilués durant le cycle (kg/essai) est calculé à partir des valeurs de mesure collectées durant le cycle et des données d'étalonnage correspondantes du débitmètre [V_0 pour la pompe volumétrique (PDP) ou K_V pour CFV conformément aux indications de l'annexe III, appendice 5, point 2]. La formule ci-dessous est appliquée si, durant tout le cycle, la température des gaz d'échappement dilués est maintenue à un niveau constant à l'aide d'un échangeur thermique ($\pm 6 \text{ K}$ pour un système PDP-CVS, $\pm 11 \text{ K}$ pour un système CFV-CVS; voir l'annexe V, point 2.3).

Pour le système PDP-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times V_0 \times N_p \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

où:

- M_{TOTW} = masse de gaz d'échappement dilués en conditions humides durant le cycle, en kg
- V_0 = volume de gaz pompé par tour dans des conditions d'essai, m³/tour
- N_p = nombre total de tours de la pompe par essai
- p_B = pression atmosphérique dans la chambre d'essai, en kPa,
- p_1 = dépression sous la pression atmosphérique à l'orifice d'aspiration de la pompe, en kPa
- T = température moyenne des gaz d'échappement dilués à l'orifice d'aspiration de la pompe durant le cycle, en K

Pour le système CFV-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 \times t \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

où:

- M_{TOTW} = masse de gaz d'échappement dilués en conditions humides durant le cycle, en kg
- t = temps de cycle, en s
- K_v = coefficient d'étalonnage du venturi à écoulement critique pour des conditions normalisées
- p_A = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa
- T = température absolue à l'entrée du venturi, en K

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

Pour le système PDP-CVS:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times V_0 \times N_{p,i} \times (p_B - p_1) \times 273 / (101,3 \times T)$$

où:

- $M_{TOTW,i}$ = masse instantanée de gaz d'échappement dilués en conditions humides, en kg
- $N_{p,i}$ = nombre total de tours de la pompe par intervalle de temps

Pour le système CFV-CVS:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_v \times p_A / T^{0,5}$$

où:

$M_{TOTW,i}$ = masse instantanée de gaz d'échappement dilués en conditions humides, en kg

Δt_i = intervalle de temps, en s

Si la masse totale de l'échantillon de particules (M_{SAM}) et de gaz polluants dépasse 0,5 % du débit total de l'échantillon à volume constant (CVS) (M_{TOTW}), le débit du CVS est corrigé pour M_{SAM} ou le débit de l'échantillon de particules est ramené au CVS avant le débitmètre (PDP ou CFV).

4.2. Correction d'humidité des NO_x

Comme les émissions de NO_x dépendent des conditions atmosphériques ambiantes, la concentration de NO_x doit être corrigée en fonction de l'humidité de l'air ambiant à l'aide des facteurs de la formule ci-dessous:

a) pour des moteurs Diesel:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (H_a - 10,71)}$$

b) pour des moteurs à gaz:

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 \times (H_a - 10,71)}$$

où:

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

et

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

R_a = humidité relative de l'air d'admission, en %

p_a = pression de vapeur saturante de l'air d'admission, en kPa

p_B = pression barométrique totale, en kPa

4.3. Calcul du débit massique des émissions

4.3.1. Systèmes à débit massique constant

Dans le cas de systèmes équipés d'un échangeur thermique, la masse de polluants (g/essai) est dérivée des équations suivantes:

- (1) $NO_{x\ masse} = 0,001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,D} \times M_{TOTW}$ (moteurs Diesel)
- (2) $NO_{x\ masse} = 0,001587 \times NO_{x\ conc} \times K_{H,G} \times M_{TOTW}$ (moteurs à gaz)
- (3) $CO_{masse} = 0,000966 \times CO_{conc} \times M_{TOTW}$
- (4) $HC_{masse} = 0,000479 \times HC_{conc} \times M_{TOTW}$ (moteurs Diesel)
- (5) $HC_{masse} = 0,000502 \times HC_{conc} \times M_{TOTW}$ (moteurs fonctionnant au GPL)
- (6) $NMHC_{masse} = 0,000516 \times NMHC_{conc} \times M_{TOTW}$ (moteurs fonctionnant au gaz naturel)
- (7) $CH_4_{masse} = 0,000552 \times CH_4_{conc} \times M_{TOTW}$ (moteurs fonctionnant au gaz naturel)

où:

$NO_{x\ conc}, CO_{conc}, HC_{conc}^8, NMHC_{conc}$ = concentrations moyennes de l'air de dilution corrigées sur la durée du cycle à partir de l'intégration (obligatoire pour les NO_x et les HC) ou de la mesure en sacs, en ppm

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle telle qu'elle est déterminée au point 4.1, en kg

$K_{H,D}$ = facteur de correction d'humidité de moteurs Diesel tel qu'il est déterminé au point 4.2

$K_{H,G}$ = facteur de correction d'humidité de moteurs à gaz tel qu'il est déterminé au point 4.2

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées aux conditions humides conformément à l'annexe III, appendice 1, point 4.2.

La détermination de $NMHC_{conc}$ dépend de la méthode appliquée (voir l'annexe III, appendice 4, point 3.3.4). Dans les deux cas, la concentration de CH_4 doit être mesurée et soustraite de la concentration de HC de la manière suivante:

- a) Méthode CG

$$NMHC_{conc} = HC_{conc} - CH_4_{conc}$$

- b) Méthode NMC

$$HC_{NM}_{conc} = \frac{(HC(\text{sans séparateur}) \times (1 - CEM) - HC(\text{avec séparateur}))}{CE_E - CE_M}$$

⁸ À partir d'un équivalent C1.

où:

HC (avec séparateur)	= concentration de HC lorsque le gaz de l'échantillon s'écoule à travers le NMC
HC (sans séparateur)	= concentration de HC lorsque le gaz de l'échantillon ne traverse pas le NMC
CE _M	= rendement du méthane tel qu'il est déterminé à l'annexe III, appendice 5, point 1.8.4.1
CE _E	= rendement de l'éthane tel qu'il est déterminé à l'annexe III, appendice 5, point 1.8.4.2

4.3.1.1. Détermination des concentrations corrigées de l'air de dilution

La concentration initiale moyenne de gaz polluants dans l'air de dilution doit être soustraite des concentrations mesurées afin d'obtenir les concentrations nettes de polluants. Les valeurs moyennes des concentrations initiales peuvent être mesurées à l'aide de la méthode des sacs de prélèvement ou d'une mesure continue avec intégration. La formule suivante est utilisée:

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}}\right)$$

où:

conc	= concentration du polluant correspondant dans les gaz d'échappement dilués, corrigée de la quantité du polluant correspondant contenu dans l'air de dilution, en ppm
conc _e	= concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm
conc _d	= concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm
DF	= facteur de dilution

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

a) pour des moteurs Diesel et des moteurs à gaz fonctionnant au GPL:

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conc}_e} + (\text{HC}_{\text{conc}_e} + \text{CO}_{\text{conc}_e}) \times 10^{-4}}$$

b) pour des moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel:

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conc}_e} + (\text{NMHC}_{\text{conc}_e} + \text{CO}_{\text{conc}_e}) \times 10^{-4}}$$

où:

- CO₂_{conce} = concentration de CO₂ dans les gaz d'échappement dilués, en % vol
- HC_{conce} = concentration de HC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1
- NMHC_{conce} = concentration de NMHC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1
- CO_{conce} = concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués, en ppm
- F_S = facteur stœchiométrique

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées aux conditions humides conformément à l'annexe III, appendice 1, point 4.2.

Le facteur stœchiométrique est calculé comme suit:

$$F_S = 100 * (\chi/\chi + (y/2) + 3,76 * (\chi + (y/4)))$$

où:

x, y = composition du carburant C_xH_y

À titre de variante, les facteurs stœchiométriques suivants peuvent être appliqués si la composition du carburant n'est pas connue:

$$F_S \text{ (Diesel)} = 13,4$$

$$F_S \text{ (GPL)} = 11,6$$

$$F_S \text{ (gaz naturel)} = 9,5$$

4.3.2. Systèmes à compensation de l'écoulement

Lorsque le système n'est pas équipé d'un échangeur thermique, la masse des polluants (g/essai) est déterminée en calculant les émissions massiques instantanées et en intégrant les valeurs instantanées sur toute la durée du cycle. En outre, la correction initiale est appliquée directement à la valeur instantanée de concentration. Les formules suivantes sont appliquées:

$$(1) \quad \text{NO}_{x \text{ masse}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOT W},i} \times \text{NO}_{x \text{ conce},i} \times 0,001587 \times K_{H,D} \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{x \text{ concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,001587 \times K_{H,D} \right) \text{ (moteurs Diesel)}$$

$$(2) \quad \text{NO}_{x \text{ mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOT W},i} \times \text{NO}_{x \text{ conce},i} \times 0,001587 \times K_{H,D} \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{NO}_{x \text{ concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,001587 \times K_{H,G} \right) \text{ (moteurs à gaz)}$$

(3)

$$\text{CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} \times \text{CO}_{\text{conce},i} \times 0,000966 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{CO}_{\text{concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000966 \right)$$

(4)

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0,000479 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000479 \right) \quad (\text{moteurs Diesel})$$

(5)

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} \times \text{HC}_{\text{conce},i} \times 0,000502 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{HC}_{\text{concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000502 \right) \quad (\text{moteurs au GPL})$$

$$\left(M_{\text{TOTW}} \times \text{NMHC}_{\text{concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000516 \right)$$

$$\text{NMHC}_{\text{masse}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} \times \text{NMHC}_{\text{conce},i} \times 0,000516 \right) -$$

(6)

(moteurs au gaz naturel)

(7)

$$\text{CH}_{4\text{mass}} = \sum_{i=1}^n \left(M_{\text{TOTW},i} \times \text{CH}_{4\text{conce},i} \times 0,000552 \right) - \left(M_{\text{TOTW}} \times \text{CH}_{4\text{concd}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \times 0,000552 \right) \quad (\text{moteurs au gaz naturel})$$

où:

conce = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm

concd = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm

$M_{\text{TOTW},i}$ = masse instantanée de gaz d'échappement dilués (voir le point 4.1), en kg

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (voir le point 4.1), en kg

$K_{H,D}$ = facteur de correction d'humidité de moteurs Diesel tel qu'il est déterminé au point 4.2

$K_{H,G}$ = facteur de correction d'humidité de moteurs à gaz tel qu'il est déterminé au point 4.2

DF = facteur de dilution tel qu'il est déterminé au point 4.3.1.1

4.4. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit pour tous les éléments constitutifs individuels:

$$\overline{NO_x} = \frac{NO_{x\text{ masse}}}{W_{\text{eff.}}} \quad (\text{moteurs Diesel et moteurs à gaz})$$

$$\overline{CO} = \frac{CO_{\text{masse}}}{W_{\text{eff.}}} \quad (\text{moteurs Diesel et moteurs à gaz})$$

$$\overline{HC} = \frac{HC_{\text{masse}}}{W_{\text{eff.}}} \quad (\text{moteurs Diesel et moteurs à gaz fonctionnant au GPL})$$

$$\overline{NMHC} = \frac{NMHC_{\text{masse}}}{W_{\text{eff.}}} \quad (\text{moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel})$$

$$\overline{CH_4} = \frac{CH_{4\text{ masse}}}{W_{\text{eff.}}} \quad (\text{moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel})$$

où:

$W_{\text{eff.}}$ = travail du cycle effectif tel qu'il est déterminé au point 3.9.2, en kWh

5. CALCUL DES ÉMISSIONS DE PARTICULES (MOTEURS DIESEL UNIQUEMENT)

5.1. Calcul du débit massique

La masse de particules (g/essai) est calculée comme suit:

$$PT_{\text{masse}} = (M_f/M_{SAM}) * (M_{TOTW}/1\ 000)$$

où:

M_f = masse de particules prélevée sur la durée du cycle, en mg

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle telle qu'elle est déterminée au point 4.1, en kg

M_{SAM} = masse de gaz d'échappement dilués prélevée dans le tunnel de dilution utilisé pour la collecte des particules, en kg

et

M_f = $M_{f,p} + M_{f,b}$, si ces valeurs sont pesées séparément, en mg

$M_{f,p}$ = masse de particules collectée sur le filtre primaire, en mg

$M_{f,b}$ = masse de particules collectée sur le filtre secondaire, en mg

Si un système de dilution double est utilisé, la masse d'air de dilution secondaire doit être soustraite de la masse totale de gaz d'échappement doublement dilués qui a été prélevée au travers des filtres à particules.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

où:

M_{TOT} = masse de gaz d'échappement doublement dilués qui traverse le filtre à particules, en kg

M_{SEC} = masse d'air de dilution secondaire, en kg

Si le niveau de particules dans l'air de dilution est déterminé conformément au point 3.4, la masse de particules peut faire l'objet d'une correction initiale. Dans ce cas, la masse de particules (g/essai) est calculée comme suit:

$$PT_{masse} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \times \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

où:

M_f, M_{SAM}, M_{TOTW} = voir ci-dessus

M_{DIL} = masse d'air de dilution primaire prélevée par le système de prélèvement des particules de l'air de dilution, en kg

M_d = masse de particules collectées dans l'air de dilution primaire, en mg

DF = facteur de dilution tel qu'il est déterminé au point 4.3.1.1

5.2. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions de particules (g/kWh) sont calculées comme suit:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{masse}}{W_{eff}}$$

où:

W_{eff} = travail du cycle effectif tel qu'il est déterminé au point 3.9.2, en kWh

Appendice 3

**PROGRAMMATION DU DYNAMOMÈTRE ACCOUPÉ AU MOTEUR POUR
L'ESSAI ETC**

Temps s	Régime normal %	Couple normal %
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0,1	1,5
17	23,1	21,5
18	12,6	28,5
19	21,8	71
20	19,7	76,8
21	54,6	80,9
22	71,3	4,9
23	55,9	18,1

24	72	85,4
25	86,7	61,8
26	51,7	0
27	53,4	48,9
28	34,2	87,6
29	45,5	92,7
30	54,6	99,5
31	64,5	96,8
32	71,7	85,4
33	79,4	54,8
34	89,7	99,4
35	57,4	0
36	59,7	30,6
37	90,1	«m»
38	82,9	«m»
39	51,3	«m»
40	28,5	«m»
41	29,3	«m»
42	26,7	«m»
43	20,4	«m»
44	14,1	0
45	6,5	0
46	0	0
47	0	0
48	0	0
49	0	0
50	0	0

51	0	0
52	0	0
53	0	0
54	0	0
55	0	0
56	0	0
57	0	0
58	0	0
59	0	0
60	0	0
61	0	0
62	25,5	11,1
63	28,5	20,9
64	32	73,9
65	4	82,3
66	34,5	80,4
67	64,1	86
68	58	0
69	50,3	83,4
70	66,4	99,1
71	81,4	99,6
72	88,7	73,4
73	52,5	0
74	46,4	58,5
75	48,6	90,9
76	55,2	99,4
77	62,3	99

78	68,4	91,5
79	74,5	73,7
80	38	0
81	41,8	89,6
82	47,1	99,2
83	52,5	99,8
84	56,9	80,8
85	58,3	11,8
86	56,2	«m»
87	52	«m»
88	43,3	«m»
89	36,1	«m»
90	27,6	«m»
91	21,1	«m»
92	8	0
93	0	0
94	0	0
95	0	0
96	0	0
97	0	0
98	0	0
99	0	0
100	0	0
101	0	0
102	0	0
103	0	0
104	0	0

105	0	0
106	0	0
107	0	0
108	11,6	14,8
109	0	0
110	27,2	74,8
111	17	76,9
112	36	78
113	59,7	86
114	80,8	17,9
115	49,7	0
116	65,6	86
117	78,6	72,2
118	64,9	«m»
119	44,3	«m»
120	51,4	83,4
121	58,1	97
122	69,3	99,3
123	72	20,8
124	72,1	«m»
125	65,3	«m»
126	64	«m»
127	59,7	«m»
128	52,8	«m»
129	45,9	«m»
130	38,7	«m»
131	32,4	«m»

132	27	«m»
133	21,7	«m»
134	19,1	0,4
135	34,7	14
136	16,4	48,6
137	0	11,2
138	1,2	2,1
139	30,1	19,3
140	30	73,9
141	54,4	74,4
142	77,2	55,6
143	58,1	0
144	45	82,1
145	68,7	98,1
146	85,7	67,2
147	60,2	0
148	59,4	98
149	72,7	99,6
150	79,9	45
151	44,3	0
152	41,5	84,4
153	56,2	98,2
154	65,7	99,1
155	74,4	84,7
156	54,4	0
157	47,9	89,7
158	54,5	99,5

159	62,7	96,8
160	62,3	0
161	46,2	54,2
162	44,3	83,2
163	48,2	13,3
164	51	«m»
165	50	«m»
166	49,2	«m»
167	49,3	«m»
168	49,9	«m»
169	51,6	«m»
170	49,7	«m»
171	48,5	«m»
172	50,3	72,5
173	51,1	84,5
174	54,6	64,8
175	56,6	76,5
176	58	«m»
177	53,6	«m»
178	40,8	«m»
179	32,9	«m»
180	26,3	«m»
181	20,9	«m»
182	10	0
183	0	0
184	0	0
185	0	0

186	0	0
187	0	0
188	0	0
189	0	0
190	0	0
191	0	0
192	0	0
193	0	0
194	0	0
195	0	0
196	0	0
197	0	0
198	0	0
199	0	0
200	0	0
201	0	0
202	0	0
203	0	0
204	0	0
205	0	0
206	0	0
207	0	0
208	0	0
209	0	0
210	0	0
211	0	0
212	0	0

213	0	0
214	0	0
215	0	0
216	0	0
217	0	0
218	0	0
219	0	0
220	0	0
221	0	0
222	0	0
223	0	0
224	0	0
225	21,2	62,7
226	30,8	75,1
227	5,9	82,7
228	34,6	80,3
229	59,9	87
230	84,3	86,2
231	68,7	«m»
232	43,6	«m»
233	41,5	85,4
234	49,9	94,3
235	60,8	99
236	70,2	99,4
237	81,1	92,4
238	49,2	0
239	56	86,2

240	56,2	99,3
241	61,7	99
242	69,2	99,3
243	74,1	99,8
244	72,4	8,4
245	71,3	0
246	71,2	9,1
247	67,1	«m»
248	65,5	«m»
249	64,4	«m»
250	62,9	25,6
251	62,2	35,6
252	62,9	24,4
253	58,8	«m»
254	56,9	«m»
255	54,5	«m»
256	51,7	17
257	56,2	78,7
258	59,5	94,7
259	65,5	99,1
260	71,2	99,5
261	76,6	99,9
262	79	0
263	52,9	97,5
264	53,1	99,7
265	59	99,1
266	62,2	99

267	65	99,1
268	69	83,1
269	69,9	28,4
270	70,6	12,5
271	68,9	8,4
272	69,8	9,1
273	69,6	7
274	65,7	«m»
275	67,1	«m»
276	66,7	«m»
277	65,6	«m»
278	64,5	«m»
279	62,9	«m»
280	59,3	«m»
281	54,1	«m»
282	51,3	«m»
283	47,9	«m»
284	43,6	«m»
285	39,4	«m»
286	34,7	«m»
287	29,8	«m»
288	20,9	73,4
289	36,9	«m»
290	35,5	«m»
291	20,9	«m»
292	49,7	11,9
293	42,5	«m»

294	32	«m»
295	23,6	«m»
296	19,1	0
297	15,7	73,5
298	25,1	76,8
299	34,5	81,4
300	44,1	87,4
301	52,8	98,6
302	63,6	99
303	73,6	99,7
304	62,2	«m»
305	29,2	«m»
306	46,4	22
307	47,3	13,8
308	47,2	12,5
309	47,9	11,5
310	47,8	35,5
311	49,2	83,3
312	52,7	96,4
313	57,4	99,2
314	61,8	99
315	66,4	60,9
316	65,8	«m»
317	59	«m»
318	50,7	«m»
319	41,8	«m»
320	34,7	«m»

321	28,7	«m»
322	25,2	«m»
323	43	24,8
324	38,7	0
325	48,1	31,9
326	40,3	61
327	42,4	52,1
328	46,4	47,7
329	46,9	30,7
330	46,1	23,1
331	45,7	23,2
332	45,5	31,9
333	46,4	73,6
334	51,3	60,7
335	51,3	51,1
336	53,2	46,8
337	53,9	50
338	53,4	52,1
339	53,8	45,7
340	50,6	22,1
341	47,8	26
342	41,6	17,8
343	38,7	29,8
344	35,9	71,6
345	34,6	47,3
346	34,8	80,3
347	35,9	87,2

348	38,8	90,8
349	41,5	94,7
350	47,1	99,2
351	53,1	99,7
352	46,4	0
353	42,5	0,7
354	43,6	58,6
355	47,1	87,5
356	54,1	99,5
357	62,9	99
358	72,6	99,6
359	82,4	99,5
360	88	99,4
361	46,4	0
362	53,4	95,2
363	58,4	99,2
364	61,5	99
365	64,8	99
366	68,1	99,2
367	73,4	99,7
368	73,3	29,8
369	73,5	14,6
370	68,3	0
371	45,4	49,9
372	47,2	75,7
373	44,5	9
374	47,8	10,3

375	46,8	15,9
376	46,9	12,7
377	46,8	8,9
378	46,1	6,2
379	46,1	«m»
380	45,5	«m»
381	44,7	«m»
382	43,8	«m»
383	41	«m»
384	41,1	6,4
385	38	6,3
386	35,9	0,3
387	33,5	0
388	53,1	48,9
389	48,3	«m»
390	49,9	«m»
391	48	«m»
392	45,3	«m»
393	41,6	3,1
394	44,3	79
395	44,3	89,5
396	43,4	98,8
397	44,3	98,9
398	43	98,8
399	42,2	98,8
400	42,7	98,8
401	45	99

402	43,6	98,9
403	42,2	98,8
404	44,8	99
405	43,4	98,8
406	45	99
407	42,2	54,3
408	61,2	31,9
409	56,3	72,3
410	59,7	99,1
411	62,3	99
412	67,9	99,2
413	69,5	99,3
414	73,1	99,7
415	77,7	99,8
416	79,7	99,7
417	82,5	99,5
418	85,3	99,4
419	86,6	99,4
420	89,4	99,4
421	62,2	0
422	52,7	96,4
423	50,2	99,8
424	49,3	99,6
425	52,2	99,8
426	51,3	100
427	51,3	100
428	51,1	100

429	51,1	100
430	51,8	99,9
431	51,3	100
432	51,1	100
433	51,3	100
434	52,3	99,8
435	52,9	99,7
436	53,8	99,6
437	51,7	99,9
438	53,5	99,6
439	52	99,8
440	51,7	99,9
441	53,2	99,7
442	54,2	99,5
443	55,2	99,4
444	53,8	99,6
445	53,1	99,7
446	55	99,4
447	57	99,2
448	61,5	99
449	59,4	5,7
450	59	0
451	57,3	59,8
452	64,1	99
453	70,9	90,5
454	58	0
455	41,5	59,8

456	44,1	92,6
457	46,8	99,2
458	47,2	99,3
459	51	100
460	53,2	99,7
461	53,1	99,7
462	55,9	53,1
463	53,9	13,9
464	52,5	«m»
465	51,7	«m»
466	51,5	52,2
467	52,8	80
468	54,9	95
469	57,3	99,2
470	60,7	99,1
471	62,4	«m»
472	60,1	«m»
473	53,2	«m»
474	44	«m»
475	35,2	«m»
476	30,5	«m»
477	26,5	«m»
478	22,5	«m»
479	20,4	«m»
480	19,1	«m»
481	19,1	«m»
482	13,4	«m»

483	6,7	«m»
484	3,2	«m»
485	14,3	63,8
486	34,1	0
487	23,9	75,7
488	31,7	79,2
489	32,1	19,4
490	35,9	5,8
491	36,6	0,8
492	38,7	«m»
493	38,4	«m»
494	39,4	«m»
495	39,7	«m»
496	40,5	«m»
497	40,8	«m»
498	39,7	«m»
499	39,2	«m»
500	38,7	«m»
501	32,7	«m»
502	30,1	«m»
503	21,9	«m»
504	12,8	0
505	0	0
506	0	0
507	0	0
508	0	0
509	0	0

510	0	0
511	0	0
512	0	0
513	0	0
514	30,5	25,6
515	19,7	56,9
516	16,3	45,1
517	27,2	4,6
518	21,7	1,3
519	29,7	28,6
520	36,6	73,7
521	61,3	59,5
522	40,8	0
523	36,6	27,8
524	39,4	80,4
525	51,3	88,9
526	58,5	11,1
527	60,7	«m»
528	54,5	«m»
529	51,3	«m»
530	45,5	«m»
531	40,8	«m»
532	38,9	«m»
533	36,6	«m»
534	36,1	72,7
535	44,8	78,9
536	51,6	91,1

537	59,1	99,1
538	66	99,1
539	75,1	99,9
540	81	8
541	39,1	0
542	53,8	89,7
543	59,7	99,1
544	64,8	99
545	70,6	96,1
546	72,6	19,6
547	72	6,3
548	68,9	0,1
549	67,7	«m»
550	66,8	«m»
551	64,3	16,9
552	64,9	7
553	63,6	12,5
554	63	7,7
555	64,4	38,2
556	63	11,8
557	63,6	0
558	63,3	5
559	60,1	9,1
560	61	8,4
561	59,7	0,9
562	58,7	«m»
563	56	«m»

564	53,9	«m»
565	52,1	«m»
566	49,9	«m»
567	46,4	«m»
568	43,6	«m»
569	40,8	«m»
570	37,5	«m»
571	27,8	«m»
572	17,1	0,6
573	12,2	0,9
574	11,5	1,1
575	8,7	0,5
576	8	0,9
577	5,3	0,2
578	4	0
579	3,9	0
580	0	0
581	0	0
582	0	0
583	0	0
584	0	0
585	0	0
586	0	0
587	8,7	22,8
588	16,2	49,4
589	23,6	56
590	21,1	56,1

591	23,6	56
592	46,2	68,8
593	68,4	61,2
594	58,7	«m»
595	31,6	«m»
596	19,9	8,8
597	32,9	70,2
598	43	79
599	57,4	98,9
600	72,1	73,8
601	53	0
602	48,1	86
603	56,2	99
604	65,4	98,9
605	72,9	99,7
606	67,5	«m»
607	39	«m»
608	41,9	38,1
609	44,1	80,4
610	46,8	99,4
611	48,7	99,9
612	50,5	99,7
613	52,5	90,3
614	51	1,8
615	50	«m»
616	49,1	«m»
617	47	«m»

618	43,1	«m»
619	39,2	«m»
620	40,6	0,5
621	41,8	53,4
622	44,4	65,1
623	48,1	67,8
624	53,8	99,2
625	58,6	98,9
626	63,6	98,8
627	68,5	99,2
628	72,2	89,4
629	77,1	0
630	57,8	79,1
631	60,3	98,8
632	61,9	98,8
633	63,8	98,8
634	64,7	98,9
635	65,4	46,5
636	65,7	44,5
637	65,6	3,5
638	49,1	0
639	50,4	73,1
640	50,5	«m»
641	51	«m»
642	49,4	«m»
643	49,2	«m»
644	48,6	«m»

645	47,5	«m»
646	46,5	«m»
647	46	11,3
648	45,6	42,8
649	47,1	83
650	46,2	99,3
651	47,9	99,7
652	49,5	99,9
653	50,6	99,7
654	51	99,6
655	53	99,3
656	54,9	99,1
657	55,7	99
658	56	99
659	56,1	9,3
660	55,6	«m»
661	55,4	«m»
662	54,9	51,3
663	54,9	59,8
664	54	39,3
665	53,8	«m»
666	52	«m»
667	50,4	«m»
668	50,6	0
669	49,3	41,7
670	50	73,2
671	50,4	99,7

672	51,9	99,5
673	53,6	99,3
674	54,6	99,1
675	56	99
676	55,8	99
677	58,4	98,9
678	59,9	98,8
679	60,9	98,8
680	63	98,8
681	64,3	98,9
682	64,8	64
683	65,9	46,5
684	66,2	28,7
685	65,2	1,8
686	65	6,8
687	63,6	53,6
688	62,4	82,5
689	61,8	98,8
690	59,8	98,8
691	59,2	98,8
692	59,7	98,8
693	61,2	98,8
694	62,2	49,4
695	62,8	37,2
696	63,5	46,3
697	64,7	72,3
698	64,7	72,3

699	65,4	77,4
700	66,1	69,3
701	64,3	«m»
702	64,3	«m»
703	63	«m»
704	62,2	«m»
705	61,6	«m»
706	62,4	«m»
707	62,2	«m»
708	61	«m»
709	58,7	«m»
710	55,5	«m»
711	51,7	«m»
712	49,2	«m»
713	48,8	40,4
714	47,9	«m»
715	46,2	«m»
716	45,6	9,8
717	45,6	34,5
718	45,5	37,1
719	43,8	«m»
720	41,9	«m»
721	41,3	«m»
722	41,4	«m»
723	41,2	«m»
724	41,8	«m»
725	41,8	«m»

726	43,2	17,4
727	45	29
728	44,2	«m»
729	43,9	«m»
730	38	10,7
731	56,8	«m»
732	57,1	«m»
733	52	«m»
734	44,4	«m»
735	40,2	«m»
736	39,2	16,5
737	38,9	73,2
738	39,9	89,8
739	42,3	98,6
740	43,7	98,8
741	45,5	99,1
742	45,6	99,2
743	48,1	99,7
744	49	100
745	49,8	99,9
746	49,8	99,9
747	51,9	99,5
748	52,3	99,4
749	53,3	99,3
750	52,9	99,3
751	54,3	99,2
752	55,5	99,1

753	56,7	99
754	61,7	98,8
755	64,3	47,4
756	64,7	1,8
757	66,2	«m»
758	49,1	«m»
759	52,1	46
760	52,6	61
761	52,9	0
762	52,3	20,4
763	54,2	56,7
764	55,4	59,8
765	56,1	49,2
766	56,8	33,7
767	57,2	96
768	58,6	98,9
769	59,5	98,8
770	61,2	98,8
771	62,1	98,8
772	62,7	98,8
773	62,8	98,8
774	64	98,9
775	63,2	46,3
776	62,4	«m»
777	60,3	«m»
778	58,7	«m»
779	57,2	«m»

780	56,1	«m»
781	56	9,3
782	55,2	26,3
783	54,8	42,8
784	55,7	47,1
785	56,6	52,4
786	58	50,3
787	58,6	20,6
788	58,7	«m»
789	59,3	«m»
790	58,6	«m»
791	60,5	9,7
792	59,2	9,6
793	59,9	9,6
794	59,6	9,6
795	59,9	6,2
796	59,9	9,6
797	60,5	13,1
798	60,3	20,7
799	59,9	31
800	60,5	42
801	61,5	52,5
802	60,9	51,4
803	61,2	57,7
804	62,8	98,8
805	63,4	96,1
806	64,6	45,4

807	64,1	5
808	63	3,2
809	62,7	14,9
810	63,5	35,8
811	64,1	73,3
812	64,3	37,4
813	64,1	21
814	63,7	21
815	62,9	18
816	62,4	32,7
817	61,7	46,2
818	59,8	45,1
819	57,4	43,9
820	54,8	42,8
821	54,3	65,2
822	52,9	62,1
823	52,4	30,6
824	50,4	«m»
825	48,6	«m»
826	47,9	«m»
827	46,8	«m»
828	46,9	9,4
829	49,5	41,7
830	50,5	37,8
831	52,3	20,4
832	54,1	30,7
833	56,3	41,8

834	58,7	26,5
835	57,3	«m»
836	59	«m»
837	59,8	«m»
838	60,3	«m»
839	61,2	«m»
840	61,8	«m»
841	62,5	«m»
842	62,4	«m»
843	61,5	«m»
844	63,7	«m»
845	61,9	«m»
846	61,6	29,7
847	60,3	«m»
848	59,2	«m»
849	57,3	«m»
850	52,3	«m»
851	49,3	«m»
852	47,3	«m»
853	46,3	38,8
854	46,8	35,1
855	46,6	«m»
856	44,3	«m»
857	43,1	«m»
858	42,4	2,1
859	41,8	2,4
860	43,8	68,8

861	44,6	89,2
862	46	99,2
863	46,9	99,4
864	47,9	99,7
865	50,2	99,8
866	51,2	99,6
867	52,3	99,4
868	53	99,3
869	54,2	99,2
870	55,5	99,1
871	56,7	99
872	57,3	98,9
873	58	98,9
874	60,5	31,1
875	60,2	«m»
876	60,3	«m»
877	60,5	6,3
878	61,4	19,3
879	60,3	1,2
880	60,5	2,9
881	61,2	34,1
882	61,6	13,2
883	61,5	16,4
884	61,2	16,4
885	61,3	«m»
886	63,1	«m»
887	63,2	4,8

888	62,3	22,3
889	62	38,5
890	61,6	29,6
891	61,6	26,6
892	61,8	28,1
893	62	29,6
894	62	16,3
895	61,1	«m»
896	61,2	«m»
897	60,7	19,2
898	60,7	32,5
899	60,9	17,8
900	60,1	19,2
901	59,3	38,2
902	59,9	45
903	59,4	32,4
904	59,2	23,5
905	59,5	40,8
906	58,3	«m»
907	58,2	«m»
908	57,6	«m»
909	57,1	«m»
910	57	0,6
911	57	26,3
912	56,5	29,2
913	56,3	20,5
914	56,1	«m»

915	55,2	«m»
916	54,7	17,5
917	55,2	29,2
918	55,2	29,2
919	55,9	16
920	55,9	26,3
921	56,1	36,5
922	55,8	19
923	55,9	9,2
924	55,8	21,9
925	56,4	42,8
926	56,4	38
927	56,4	11
928	56,4	35,1
929	54	7,3
930	53,4	5,4
931	52,3	27,6
932	52,1	32
933	52,3	33,4
934	52,2	34,9
935	52,8	60,1
936	53,7	69,7
937	54	70,7
938	55,1	71,7
939	55,2	46
940	54,7	12,6
941	52,5	0

942	51,8	24,7
943	51,4	43,9
944	50,9	71,1
945	51,2	76,8
946	50,3	87,5
947	50,2	99,8
948	50,9	100
949	49,9	99,7
950	50,9	100
951	49,8	99,7
952	50,4	99,8
953	50,4	99,8
954	49,7	99,7
955	51	100
956	50,3	99,8
957	50,2	99,8
958	49,9	99,7
959	50,9	100
960	50	99,7
961	50,2	99,8
962	50,2	99,8
963	49,9	99,7
964	50,4	99,8
965	50,2	99,8
966	50,3	99,8
967	49,9	99,7
968	51,1	100

969	50,6	99,9
970	49,9	99,7
971	49,6	99,6
972	49,4	99,6
973	49	99,5
974	49,8	99,7
975	50,9	100
976	50,4	99,8
977	49,8	99,7
978	49,1	99,5
979	50,4	99,8
980	49,8	99,7
981	49,3	99,5
982	49,1	99,5
983	49,9	99,7
984	49,1	99,5
985	50,4	99,8
986	50,9	100
987	51,4	99,9
988	51,5	99,9
989	52,2	99,7
990	52,8	74,1
991	53,3	46
992	53,6	36,4
993	53,4	33,5
994	53,9	58,9
995	55,2	73,8

996	55,8	52,4
997	55,7	9,2
998	55,8	2,2
999	56,4	33,6
1000	55,4	«m»
1001	55,2	«m»
1002	55,8	26,3
1003	55,8	23,3
1004	56,4	50,2
1005	57,6	68,3
1006	58,8	90,2
1007	59,9	98,9
1008	62,3	98,8
1009	63,1	74,4
1010	63,7	49,4
1011	63,3	9,8
1012	48	0
1013	47,9	73,5
1014	49,9	99,7
1015	49,9	48,8
1016	49,6	2,3
1017	49,9	«m»
1018	49,3	«m»
1019	49,7	47,5
1020	49,1	«m»
1021	49,4	«m»
1022	48,3	«m»

1023	49,4	«m»
1024	48,5	«m»
1025	48,7	«m»
1026	48,7	«m»
1027	49,1	«m»
1028	49	«m»
1029	49,8	«m»
1030	48,7	«m»
1031	48,5	«m»
1032	49,3	31,3
1033	49,7	45,3
1034	48,3	44,5
1035	49,8	61
1036	49,4	64,3
1037	49,8	64,4
1038	50,5	65,6
1039	50,3	64,5
1040	51,2	82,9
1041	50,5	86
1042	50,6	89
1043	50,4	81,4
1044	49,9	49,9
1045	49,1	20,1
1046	47,9	24
1047	48,1	36,2
1048	47,5	34,5
1049	46,9	30,3

1050	47,7	53,5
1051	46,9	61,6
1052	46,5	73,6
1053	48	84,6
1054	47,2	87,7
1055	48,7	80
1056	48,7	50,4
1057	47,8	38,6
1058	48,8	63,1
1059	47,4	5
1060	47,3	47,4
1061	47,3	49,8
1062	46,9	23,9
1063	46,7	44,6
1064	46,8	65,2
1065	46,9	60,4
1066	46,7	61,5
1067	45,5	«m»
1068	45,5	«m»
1069	44,2	«m»
1070	43	«m»
1071	42,5	«m»
1072	41	«m»
1073	39,9	«m»
1074	39,9	38,2
1075	40,1	48,1
1076	39,9	48

1077	39,4	59,3
1078	43,8	19,8
1079	52,9	0
1080	52,8	88,9
1081	53,4	99,5
1082	54,7	99,3
1083	56,3	99,1
1084	57,5	99
1085	59	98,9
1086	59,8	98,9
1087	60,1	98,9
1088	61,8	48,3
1089	61,8	55,6
1090	61,7	59,8
1091	62	55,6
1092	62,3	29,6
1093	62	19,3
1094	61,3	7,9
1095	61,1	19,2
1096	61,2	43
1097	61,1	59,7
1098	61,1	98,8
1099	61,3	98,8
1100	61,3	26,6
1101	60,4	«m»
1102	58,8	«m»
1103	57,7	«m»

1104	56	«m»
1105	54,7	«m»
1106	53,3	«m»
1107	52,6	23,2
1108	53,4	84,2
1109	53,9	99,4
1110	54,9	99,3
1111	55,8	99,2
1112	57,1	99
1113	56,5	99,1
1114	58,9	98,9
1115	58,7	98,9
1116	59,8	98,9
1117	61	98,8
1118	60,7	19,2
1119	59,4	«m»
1120	57,9	«m»
1121	57,6	«m»
1122	56,3	«m»
1123	55	«m»
1124	53,7	«m»
1125	52,1	«m»
1126	51,1	«m»
1127	49,7	25,8
1128	49,1	46,1
1129	48,7	46,9
1130	48,2	46,7

1131	48	70
1132	48	70
1133	47,2	67,6
1134	47,3	67,6
1135	46,6	74,7
1136	47,4	13
1137	46,3	«m»
1138	45,4	«m»
1139	45,5	24,8
1140	44,8	73,8
1141	46,6	99
1142	46,3	98,9
1143	48,5	99,4
1144	49,9	99,7
1145	49,1	99,5
1146	49,1	99,5
1147	51	100
1148	51,5	99,9
1149	50,9	100
1150	51,6	99,9
1151	52,1	99,7
1152	50,9	100
1153	52,2	99,7
1154	51,5	98,3
1155	51,5	47,2
1156	50,8	78,4
1157	50,3	83

1158	50,3	31,7
1159	49,3	31,3
1160	48,8	21,5
1161	47,8	59,4
1162	48,1	77,1
1163	48,4	87,6
1164	49,6	87,5
1165	51	81,4
1166	51,6	66,7
1167	53,3	63,2
1168	55,2	62
1169	55,7	43,9
1170	56,4	30,7
1171	56,8	23,4
1172	57	«m»
1173	57,6	«m»
1174	56,9	«m»
1175	56,4	4
1176	57	23,4
1177	56,4	41,7
1178	57	49,2
1179	57,7	56,6
1180	58,6	56,6
1181	58,9	64
1182	59,4	68,2
1183	58,8	71,4
1184	60,1	71,3

1185	60,6	79,1
1186	60,7	83,3
1187	60,7	77,1
1188	60	73,5
1189	60,2	55,5
1190	59,7	54,4
1191	59,8	73,3
1192	59,8	77,9
1193	59,8	73,9
1194	60	76,5
1195	59,5	82,3
1196	59,9	82,8
1197	59,8	65,8
1198	59	48,6
1199	58,9	62,2
1200	59,1	70,4
1201	58,9	62,1
1202	58,4	67,4
1203	58,7	58,9
1204	58,3	57,7
1205	57,5	57,8
1206	57,2	57,6
1207	57,1	42,6
1208	57	70,1
1209	56,4	59,6
1210	56,7	39
1211	55,9	68,1

1212	56,3	79,1
1213	56,7	89,7
1214	56	89,4
1215	56	93,1
1216	56,4	93,1
1217	56,7	94,4
1218	56,9	94,8
1219	57	94,1
1220	57,7	94,3
1221	57,5	93,7
1222	58,4	93,2
1223	58,7	93,2
1224	58,2	93,7
1225	58,5	93,1
1226	58,8	86,2
1227	59	72,9
1228	58,2	59,9
1229	57,6	8,5
1230	57,1	47,6
1231	57,2	74,4
1232	57	79,1
1233	56,7	67,2
1234	56,8	69,1
1235	56,9	71,3
1236	57	77,3
1237	57,4	78,2
1238	57,3	70,6

1239	57,7	64
1240	57,5	55,6
1241	58,6	49,6
1242	58,2	41,1
1243	58,8	40,6
1244	58,3	21,1
1245	58,7	24,9
1246	59,1	24,8
1247	58,6	«m»
1248	58,8	«m»
1249	58,8	«m»
1250	58,7	«m»
1251	59,1	«m»
1252	59,1	«m»
1253	59,4	«m»
1254	60,6	2,6
1255	59,6	«m»
1256	60,1	«m»
1257	60,6	«m»
1258	59,6	4,1
1259	60,7	7,1
1260	60,5	«m»
1261	59,7	«m»
1262	59,6	«m»
1263	59,8	«m»
1264	59,6	4,9
1265	60,1	5,9

1266	59,9	6,1
1267	59,7	«m»
1268	59,6	«m»
1269	59,7	22
1270	59,8	10,3
1271	59,9	10
1272	60,6	6,2
1273	60,5	7,3
1274	60,2	14,8
1275	60,6	8,2
1276	60,6	5,5
1277	61	14,3
1278	61	12
1279	61,3	34,2
1280	61,2	17,1
1281	61,5	15,7
1282	61	9,5
1283	61,1	9,2
1284	60,5	4,3
1285	60,2	7,8
1286	60,2	5,9
1287	60,2	5,3
1288	59,9	4,6
1289	59,4	21,5
1290	59,6	15,8
1291	59,3	10,1
1292	58,9	9,4

1293	58,8	9
1294	58,9	35,4
1295	58,9	30,7
1296	58,9	25,9
1297	58,7	22,9
1298	58,7	24,4
1299	59,3	61
1300	60,1	56
1301	60,5	50,6
1302	59,5	16,2
1303	59,7	50
1304	59,7	31,4
1305	60,1	43,1
1306	60,8	38,4
1307	60,9	40,2
1308	61,3	49,7
1309	61,8	45,9
1310	62	45,9
1311	62,2	45,8
1312	62,6	46,8
1313	62,7	44,3
1314	62,9	44,4
1315	63,1	43,7
1316	63,5	46,1
1317	63,6	40,7
1318	64,3	49,5
1319	63,7	27

1320	63,8	15
1321	63,6	18,7
1322	63,4	8,4
1323	63,2	8,7
1324	63,3	21,6
1325	62,9	19,7
1326	63	22,1
1327	63,1	20,3
1328	61,8	19,1
1329	61,6	17,1
1330	61	0
1331	61,2	22
1332	60,8	40,3
1333	61,1	34,3
1334	60,7	16,1
1335	60,6	16,6
1336	60,5	18,5
1337	60,6	29,8
1338	60,9	19,5
1339	60,9	22,3
1340	61,4	35,8
1341	61,3	42,9
1342	61,5	31
1343	61,3	19,2
1344	61	9,3
1345	60,8	44,2
1346	60,9	55,3

1347	61,2	56
1348	60,9	60,1
1349	60,7	59,1
1350	60,9	56,8
1351	60,7	58,1
1352	59,6	78,4
1353	59,6	84,6
1354	59,4	66,6
1355	59,3	75,5
1356	58,9	49,6
1357	59,1	75,8
1358	59	77,6
1359	59	67,8
1360	59	56,7
1361	58,8	54,2
1362	58,9	59,6
1363	58,9	60,8
1364	59,3	56,1
1365	58,9	48,5
1366	59,3	42,9
1367	59,4	41,4
1368	59,6	38,9
1369	59,4	32,9
1370	59,3	30,6
1371	59,4	30
1372	59,4	25,3
1373	58,8	18,6

1374	59,1	18
1375	58,5	10,6
1376	58,8	10,5
1377	58,5	8,2
1378	58,7	13,7
1379	59,1	7,8
1380	59,1	6
1381	59,1	6
1382	59,4	13,1
1383	59,7	22,3
1384	60,7	10,5
1385	59,8	9,8
1386	60,2	8,8
1387	59,9	8,7
1388	61	9,1
1389	60,6	28,2
1390	60,6	22
1391	59,6	23,2
1392	59,6	19
1393	60,6	38,4
1394	59,8	41,6
1395	60	47,3
1396	60,5	55,4
1397	60,9	58,7
1398	61,3	37,9
1399	61,2	38,3
1400	61,4	58,7

1401	61,3	51,3
1402	61,4	71,1
1403	61,1	51
1404	61,5	56,6
1405	61	60,6
1406	61,1	75,4
1407	61,4	69,4
1408	61,6	69,9
1409	61,7	59,6
1410	61,8	54,8
1411	61,6	53,6
1412	61,3	53,5
1413	61,3	52,9
1414	61,2	54,1
1415	61,3	53,2
1416	61,2	52,2
1417	61,2	52,3
1418	61	48
1419	60,9	41,5
1420	61	32,2
1421	60,7	22
1422	60,7	23,3
1423	60,8	38,8
1424	61	40,7
1425	61	30,6
1426	61,3	62,6
1427	61,7	55,9

1428	62,3	43,4
1429	62,3	37,4
1430	62,3	35,7
1431	62,8	34,4
1432	62,8	31,5
1433	62,9	31,7
1434	62,9	29,9
1435	62,8	29,4
1436	62,7	28,7
1437	61,5	14,7
1438	61,9	17,2
1439	61,5	6,1
1440	61	9,9
1441	60,9	4,8
1442	60,6	11,1
1443	60,3	6,9
1444	60,8	7
1445	60,2	9,2
1446	60,5	21,7
1447	60,2	22,4
1448	60,7	31,6
1449	60,9	28,9
1450	59,6	21,7
1451	60,2	18
1452	59,5	16,7
1453	59,8	15,7
1454	59,6	15,7

1455	59,3	15,7
1456	59	7,5
1457	58,8	7,1
1458	58,7	16,5
1459	59,2	50,7
1460	59,7	60,2
1461	60,4	44
1462	60,2	35,3
1463	60,4	17,1
1464	59,9	13,5
1465	59,9	12,8
1466	59,6	14,8
1467	59,4	15,9
1468	59,4	22
1469	60,4	38,4
1470	59,5	38,8
1471	59,3	31,9
1472	60,9	40,8
1473	60,7	39
1474	60,9	30,1
1475	61	29,3
1476	60,6	28,4
1477	60,9	36,3
1478	60,8	30,5
1479	60,7	26,7
1480	60,1	4,7
1481	59,9	0

1482	60,4	36,2
1483	60,7	32,5
1484	59,9	3,1
1485	59,7	«m»
1486	59,5	«m»
1487	59,2	«m»
1488	58,8	0,6
1489	58,7	«m»
1490	58,7	«m»
1491	57,9	«m»
1492	58,2	«m»
1493	57,6	«m»
1494	58,3	9,5
1495	57,2	6
1496	57,4	27,3
1497	58,3	59,9
1498	58,3	7,3
1499	58,8	21,7
1500	58,8	38,9
1501	59,4	26,2
1502	59,1	25,5
1503	59,1	26
1504	59	39,1
1505	59,5	52,3
1506	59,4	31
1507	59,4	27
1508	59,4	29,8

1509	59,4	23,1
1510	58,9	16
1511	59	31,5
1512	58,8	25,9
1513	58,9	40,2
1514	58,8	28,4
1515	58,9	38,9
1516	59,1	35,3
1517	58,8	30,3
1518	59	19
1519	58,7	3
1520	57,9	0
1521	58	2,4
1522	57,1	«m»
1523	56,7	«m»
1524	56,7	5,3
1525	56,6	2,1
1526	56,8	«m»
1527	56,3	«m»
1528	56,3	«m»
1529	56	«m»
1530	56,7	«m»
1531	56,6	3,8
1532	56,9	«m»
1533	56,9	«m»
1534	57,4	«m»
1535	57,4	«m»

1536	58,3	13,9
1537	58,5	«m»
1538	59,1	«m»
1539	59,4	«m»
1540	59,6	«m»
1541	59,5	«m»
1542	59,6	0,5
1543	59,3	9,2
1544	59,4	11,2
1545	59,1	26,8
1546	59	11,7
1547	58,8	6,4
1548	58,7	5
1549	57,5	«m»
1550	57,4	«m»
1551	57,1	1,1
1552	57,1	0
1553	57	4,5
1554	57,1	3,7
1555	57,3	3,3
1556	57,3	16,8
1557	58,2	29,3
1558	58,7	12,5
1559	58,3	12,2
1560	58,6	12,7
1561	59	13,6
1562	59,8	21,9

1563	59,3	20,9
1564	59,7	19,2
1565	60,1	15,9
1566	60,7	16,7
1567	60,7	18,1
1568	60,7	40,6
1569	60,7	59,7
1570	61,1	66,8
1571	61,1	58,8
1572	60,8	64,7
1573	60,1	63,6
1574	60,7	83,2
1575	60,4	82,2
1576	60	80,5
1577	59,9	78,7
1578	60,8	67,9
1579	60,4	57,7
1580	60,2	60,6
1581	59,6	72,7
1582	59,9	73,6
1583	59,8	74,1
1584	59,6	84,6
1585	59,4	76,1
1586	60,1	76,9
1587	59,5	84,6
1588	59,8	77,5
1589	60,6	67,9

1590	59,3	47,3
1591	59,3	43,1
1592	59,4	38,3
1593	58,7	38,2
1594	58,8	39,2
1595	59,1	67,9
1596	59,7	60,5
1597	59,5	32,9
1598	59,6	20
1599	59,6	34,4
1600	59,4	23,9
1601	59,6	15,7
1602	59,9	41
1603	60,5	26,3
1604	59,6	14
1605	59,7	21,2
1606	60,9	19,6
1607	60,1	34,3
1608	59,9	27
1609	60,8	25,6
1610	60,6	26,3
1611	60,9	26,1
1612	61,1	38
1613	61,2	31,6
1614	61,4	30,6
1615	61,7	29,6
1616	61,5	28,8

1617	61,7	27,8
1618	62,2	20,3
1619	61,4	19,6
1620	61,8	19,7
1621	61,8	18,7
1622	61,6	17,7
1623	61,7	8,7
1624	61,7	1,4
1625	61,7	5,9
1626	61,2	8,1
1627	61,9	45,8
1628	61,4	31,5
1629	61,7	22,3
1630	62,4	21,7
1631	62,8	21,9
1632	62,2	22,2
1633	62,5	31
1634	62,3	31,3
1635	62,6	31,7
1636	62,3	22,8
1637	62,7	12,6
1638	62,2	15,2
1639	61,9	32,6
1640	62,5	23,1
1641	61,7	19,4
1642	61,7	10,8
1643	61,6	10,2

1644	61,4	«m»
1645	60,8	«m»
1646	60,7	«m»
1647	61	12,4
1648	60,4	5,3
1649	61	13,1
1650	60,7	29,6
1651	60,5	28,9
1652	60,8	27,1
1653	61,2	27,3
1654	60,9	20,6
1655	61,1	13,9
1656	60,7	13,4
1657	61,3	26,1
1658	60,9	23,7
1659	61,4	32,1
1660	61,7	33,5
1661	61,8	34,1
1662	61,7	17
1663	61,7	2,5
1664	61,5	5,9
1665	61,3	14,9
1666	61,5	17,2
1667	61,1	«m»
1668	61,4	«m»
1669	61,4	8,8
1670	61,3	8,8

1671	61	18
1672	61,5	13
1673	61	3,7
1674	60,9	3,1
1675	60,9	4,7
1676	60,6	4,1
1677	60,6	6,7
1678	60,6	12,8
1679	60,7	11,9
1680	60,6	12,4
1681	60,1	12,4
1682	60,5	12
1683	60,4	11,8
1684	59,9	12,4
1685	59,6	12,4
1686	59,6	9,1
1687	59,9	0
1688	59,9	20,4
1689	59,8	4,4
1690	59,4	3,1
1691	59,5	26,3
1692	59,6	20,1
1693	59,4	35
1694	60,9	22,1
1695	60,5	12,2
1696	60,1	11
1697	60,1	8,2

1698	60,5	6,7
1699	60	5,1
1700	60	5,1
1701	60	9
1702	60,1	5,7
1703	59,9	8,5
1704	59,4	6
1705	59,5	5,5
1706	59,5	14,2
1707	59,5	6,2
1708	59,4	10,3
1709	59,6	13,8
1710	59,5	13,9
1711	60,1	18,9
1712	59,4	13,1
1713	59,8	5,4
1714	59,9	2,9
1715	60,1	7,1
1716	59,6	12
1717	59,6	4,9
1718	59,4	22,7
1719	59,6	22
1720	60,1	17,4
1721	60,2	16,6
1722	59,4	28,6
1723	60,3	22,4
1724	59,9	20

1725	60,2	18,6
1726	60,3	11,9
1727	60,4	11,6
1728	60,6	10,6
1729	60,8	16
1730	60,9	17
1731	60,9	16,1
1732	60,7	11,4
1733	60,9	11,3
1734	61,1	11,2
1735	61,1	25,6
1736	61	14,6
1737	61	10,4
1738	60,6	«m»
1739	60,9	«m»
1740	60,8	4,8
1741	59,9	«m»
1742	59,8	«m»
1743	59,1	«m»
1744	58,8	«m»
1745	58,8	«m»
1746	58,2	«m»
1747	58,5	14,3
1748	57,5	4,4
1749	57,9	0
1750	57,8	20,9
1751	58,3	9,2

1752	57,8	8,2
1753	57,5	15,3
1754	58,4	38
1755	58,1	15,4
1756	58,8	11,8
1757	58,3	8,1
1758	58,3	5,5
1759	59	4,1
1760	58,2	4,9
1761	57,9	10,1
1762	58,5	7,5
1763	57,4	7
1764	58,2	6,7
1765	58,2	6,6
1766	57,3	17,3
1767	58	11,4
1768	57,5	47,4
1769	57,4	28,8
1770	58,8	24,3
1771	57,7	25,5
1772	58,4	35,5
1773	58,4	29,3
1774	59	33,8
1775	59	18,7
1776	58,8	9,8
1777	58,8	23,9
1778	59,1	48,2

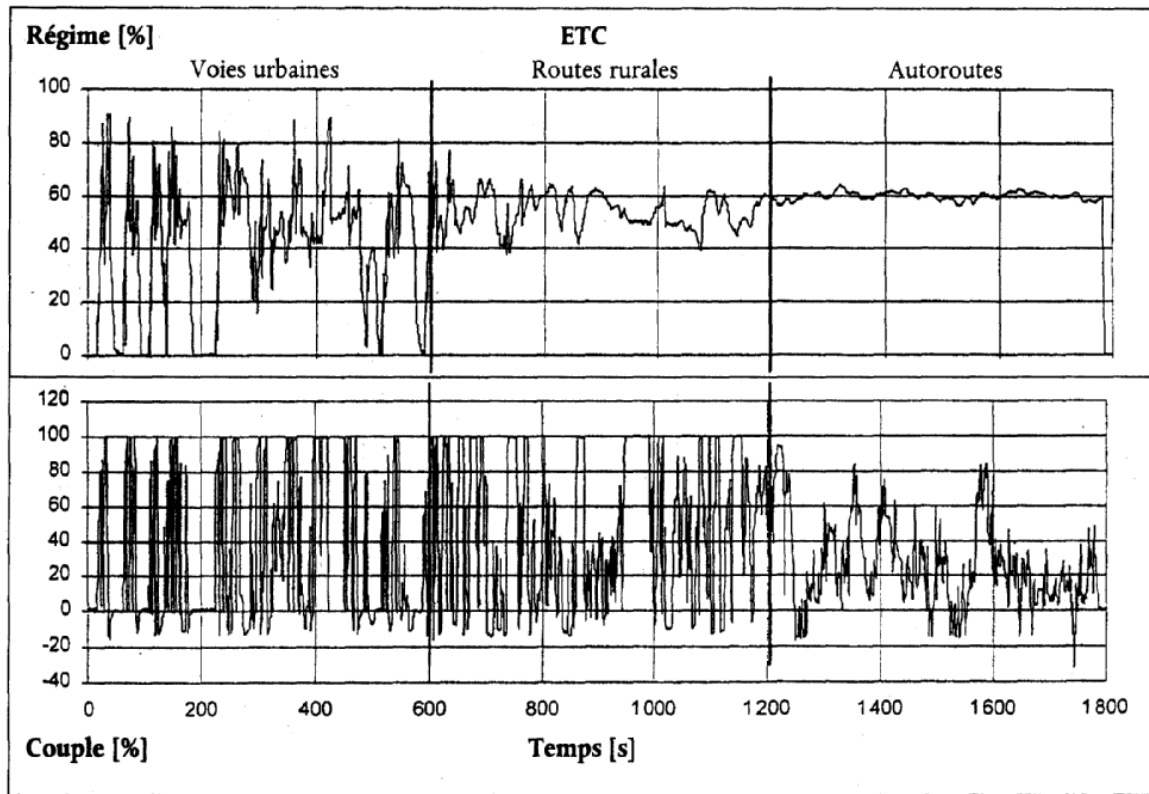
1779	59,4	37,2
1780	59,6	29,1
1781	50	25
1782	40	20
1783	30	15
1784	20	10
1785	10	5
1786	0	0
1787	0	0
1788	0	0
1789	0	0
1790	0	0
1791	0	0
1792	0	0
1793	0	0
1794	0	0
1795	0	0
1796	0	0
1797	0	0
1798	0	0
1799	0	0
1800	0	0

« m » = moteur entraîné

La figure 5 contient une représentation graphique de la programmation du dynamomètre pour l'essai ETC.

Figure 5

Programmation du dynamomètre pour l'essai ETC



PROCÉDURES DE MESURE ET DE PRÉLÈVEMENT

1. INTRODUCTION

Les éléments constitutifs des gaz, les particules et les fumées émis par le moteur soumis à l'essai doivent être mesurés à l'aide des méthodes décrites à l'annexe V. Les différents points de l'annexe V expliquent les systèmes d'analyse recommandés pour les émissions de gaz (point 1), les systèmes de dilution et de prélèvement des particules recommandés (point 2) ainsi que les opacimètres recommandés pour mesurer les fumées (point 3).

Pour l'essai ESC, les éléments constitutifs des gaz sont mesurés dans les gaz d'échappement bruts. En option, ils peuvent être mesurés dans les gaz d'échappement dilués si un système de dilution en circuit principal est utilisé pour la mesure des particules. Les particules doivent être mesurées à l'aide d'un système de dilution en dérivation ou en circuit principal.

Pour l'essai ETC, seul un système de dilution en circuit principal doit servir à mesurer les émissions de gaz et de particules; il constitue le système de référence. Néanmoins, le service technique peut agréer des systèmes de dilution en dérivation si leur équivalence conformément au point 6.2 de l'annexe I est attestée et qu'une description détaillée des procédures d'évaluation et de calcul des résultats lui est présentée.

2. DYNAMOMÈTRE ET ÉQUIPEMENT DE LA CELLULE D'ESSAI

L'équipement suivant est utilisé pour effectuer les essais de mesure des émissions des moteurs sur des dynamomètres pour moteurs.

2.1. Dynamomètres pour moteurs

Un dynamomètre pour moteur est utilisé avec des caractéristiques adéquates afin d'exécuter les cycles d'essai décrits aux appendices 1 et 2 de la présente annexe. Le système de mesure du régime doit posséder une précision de lecture de $\pm 2\%$. Le système de mesure du couple doit posséder une précision de lecture de $\pm 3\%$ dans la gamme $> 20\%$ de la pleine échelle et une précision de $\pm 0,6\%$ de la pleine échelle dans la gamme $\leq 20\%$ de la pleine échelle.

2.2. Autres instruments

Lorsqu'il y a lieu, des instruments de mesure doivent être utilisés pour la consommation de carburant, la consommation d'air, la température du liquide de refroidissement et du lubrifiant, la pression des gaz d'échappement et la dépression dans le collecteur d'admission, la température des gaz d'échappement, la température de l'admission d'air, la pression atmosphérique, l'humidité et la température du carburant. Ces instruments doivent satisfaire aux exigences prescrites au tableau 8:

Tableau 8

Précision des instruments de mesure

Instrument de mesure	Précision
Consommation d'air	± 2 % de la valeur maximale du moteur
Températures ≤ 600 K (327 °C)	± 2 K en valeur absolue
Températures > 600 K (327 °C)	± 1 % de la valeur de mesure
Pression atmosphérique	± 0,1 kPa en valeur absolue
Pression des gaz d'échappement	± 0,2 kPa en valeur absolue
Dépression à l'admission	± 0,05 kPa en valeur absolue
Autres pressions	± 0,1 kPa en valeur absolue
Humidité relative	± 3 % en valeur absolue
Humidité absolue	± 5 % en valeur absolue

2.3. Débit de gaz d'échappement

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement bruts, il faut connaître le débit des gaz d'échappement (voir le point 4.4 de l'appendice 1). Ce débit peut être déterminé par l'une ou l'autre des méthodes suivantes:

- a) mesure directe du débit de gaz d'échappement à l'aide d'un débitmètre à venturi ou d'un système de mesure équivalent;
- b) mesure du débit d'air et du débit de carburant avec des systèmes de mesure appropriés et calcul du débit de gaz d'échappement au moyen de l'équation suivante:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}(\text{pour une masse en conditions humides})$$

La précision de la détermination du débit de gaz d'échappement doit être au moins égale à ± 2,5 %.

D'autres méthodes équivalentes peuvent être appliquées.

2.4. Débit de gaz d'échappement dilués

Pour calculer les émissions dans les gaz d'échappement dilués à l'aide d'un système de dilution en circuit principal (obligatoire pour l'essai ETC), il faut connaître le débit de gaz d'échappement dilués (voir le point 4.3 de l'appendice 2). Le débit massique total de gaz d'échappement dilués (G_{TOTW}) ou la masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (M_{TOTW}) est mesuré à l'aide d'une pompe volumétrique (PDP) ou d'un venturi à écoulement critique (CFV) (annexe V point 2.3.1). La précision doit être au moins égale à ± 2 % et être déterminée conformément aux dispositions de l'annexe III, appendice 5, point 2.4.

3. DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE GAZ POLLUANTS

3.1. Exigences générales posées aux analyseurs

Les analyseurs doivent posséder une gamme de mesure adaptée à la précision requise pour mesurer les concentrations des éléments constitutifs des gaz d'échappement (point 3.1.1). Il est recommandé de faire fonctionner les analyseurs pour que la concentration se situe entre 15 % et 100 % de la pleine échelle.

Si le système de lecture (ordinateurs, enregistreur de données) est capable de garantir une précision et une résolution suffisantes pour des valeurs inférieures à 15 % de la pleine échelle, les mesures inférieures à 15 % de la pleine échelle sont aussi acceptables. Dans ce cas, des étalonnages supplémentaires d'au moins 4 points théoriquement équidistants et différents de zéro doivent être réalisés pour garantir la précision des courbes d'étalonnage conformément à l'annexe III, appendice 5, point 1.5.5.2.

L'équipement doit également présenter un degré de compatibilité électromagnétique (CEM) susceptible de minimiser les erreurs supplémentaires.

3.1.1. Erreur de mesure

L'erreur de mesure totale, y compris la sensibilité croisée à d'autres gaz (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.9), ne doit pas dépasser $\pm 5\%$ de la valeur mesurée ou $\pm 3,5\%$ de la pleine échelle, la plus petite des deux valeurs étant retenue. Pour des concentrations inférieures à 100 ppm, l'erreur de mesure ne doit pas excéder ± 4 ppm.

3.1.2. Répétabilité

La répétabilité, définie comme étant égale à 2,5 fois l'écart type de 10 réponses répétitives à un gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité donné, ne doit pas dépasser $\pm 1\%$ de la concentration pleine échelle pour chaque gamme utilisée au-delà de 155 ppm (ou ppmC) ou $\pm 2\%$ de chaque gamme utilisée en dessous de 155 ppm (ou ppmC).

3.1.3. Bruit

La réponse crête-à-crête de l'analyseur à des gaz de mise à zéro ou à des gaz d'étalonnage ou de réglage de sensibilité durant une période quelconque de 10 secondes ne doit pas dépasser 2 % de la pleine échelle dans toutes les gammes utilisées.

3.1.4. Dérive du zéro

La dérive du zéro durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme inférieure utilisée. La réponse du zéro est définie comme la réponse moyenne, y compris les bruits, à un gaz de mise à zéro durant un intervalle de temps de 30 secondes.

3.1.5. *Dérive d'étalonnage*

La dérive d'étalonnage durant une période d'une heure doit être inférieure à 2 % de la pleine échelle dans la gamme inférieure utilisée. L'étalonnage est défini comme la différence entre la réponse d'étalonnage et la réponse du zéro. La réponse d'étalonnage est définie comme la réponse moyenne, y compris les bruits, à un gaz de réglage de sensibilité durant un intervalle de temps de 30 secondes.

3.2. **Séchage des gaz**

Le dispositif de séchage des gaz en option doit avoir une influence minimale sur la concentration des gaz mesurés. Les sècheurs chimiques ne constituent pas une méthode acceptable d'élimination de l'eau de l'échantillon.

3.3. **Analyseurs**

Les points 3.3.1 à 3.3.4 décrivent les principes de mesure à appliquer. L'annexe V fournit une description détaillée des systèmes de mesure. Les gaz à mesurer sont analysés à l'aide des instruments suivants. Dans le cas d'analyseurs non linéaires, des circuits de linéarisation peuvent être mis en œuvre.

3.3.1. *Analyse du monoxyde de carbone (CO)*

L'analyseur de monoxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (Non-Dispersive InfraRed ou NDIR).

3.3.2. *Analyse du dioxyde de carbone (CO₂)*

L'analyseur de dioxyde de carbone doit être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge (Non-Dispersive InfraRed ou NDIR).

3.3.3. *Analyse des hydrocarbures (HC)*

Pour des moteurs Diesel, l'analyseur d'hydrocarbures doit être un détecteur dit d'ionisation de flamme chauffé (Heated Flame Ionisation Detector ou HFID) et être équipé d'un détecteur, de valves, de tuyaux, etc. chauffés afin de maintenir les gaz à une température de $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \pm 10 \text{ °C}$). Dans le cas de moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, l'analyseur d'hydrocarbures peut être un détecteur dit d'ionisation de flamme non chauffé (Flame Ionisation Detector ou FID) selon la méthode appliquée (voir l'annexe V, point 1.3).

3.3.4. *Analyse des hydrocarbures non méthaniques (NMHC) (moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement)*

Les hydrocarbures non méthaniques doivent être mesurés selon l'une des méthodes suivantes:

3.3.4.1. Méthode de la chromatographie en phase gazeuse (CG)

Les hydrocarbures non méthaniques doivent être mesurés en soustrayant le méthane analysé à l'aide d'un chromatographe à gaz (CG) conditionné à 423 K (150 °C) des hydrocarbures mesurés conformément au point 3.3.3.

3.3.4.2. Méthode du séparateur de méthane (NMC)

La fraction non méthanique doit être mesurée à l'aide d'un NMC chauffé et couplé à un FID conformément au point 3.3.3 en soustrayant le méthane des hydrocarbures.

3.3.5. *Analyse des oxydes d'azote (NO_x)*

L'analyseur d'oxydes d'azote doit être un détecteur du type à chimiluminescence (ChemiLuminescent Detector ou CLD) ou à chimiluminescence chauffé (Heated ChemiLuminescent Detector ou HCLD) équipé d'un convertisseur NO₂/NO si la mesure est effectuée en conditions sèches. Si la mesure est effectuée en conditions humides, un HCLD muni d'un convertisseur maintenu à une température supérieure à 328 K (55 °C) doit être utilisé pour autant que l'interférence à l'eau (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.9.2.2) soit contrôlée de manière satisfaisante.

3.4. Prélèvement des émissions de gaz

3.4.1. *Gaz d'échappement bruts (essai ESC uniquement)*

Les sondes de prélèvement des émissions de gaz doivent être placées, dans toute la mesure du possible, à au moins 0,5 m ou 3 fois le diamètre du tuyau d'échappement — la plus grande des deux valeurs étant retenue — en amont de la sortie du système d'échappement et suffisamment près du moteur pour garantir une température minimale des gaz d'échappement de 343 K (70 °C) au niveau de la sonde.

Dans le cas d'un moteur à plusieurs cylindres équipé d'un collecteur d'échappement en forme de fourche, l'entrée de la sonde doit se situer suffisamment loin en aval pour garantir que l'échantillon est représentatif des émissions moyennes de gaz d'échappement de tous les cylindres. Dans le cas de moteurs à plusieurs cylindres qui possèdent des groupes distincts de collecteurs (comme dans le cas d'un moteur à cylindres en V), il est permis de prélever un échantillon dans chaque groupe individuel et de calculer une valeur moyenne pour les émissions de gaz d'échappement. D'autres méthodes dont la corrélation avec les méthodes ci-dessus a été démontrée peuvent être appliquées. Le débit massique total de gaz d'échappement doit servir à mesurer les émissions de gaz d'échappement.

Si le moteur est équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement, l'échantillon de gaz d'échappement doit être prélevé en aval de ce système.

3.4.2. *Gaz d'échappement dilués (obligatoires pour l'essai ETC, facultatifs pour l'essai ESC)*

Le tuyau d'échappement placé entre le moteur et le système de dilution en circuit principal est conforme aux exigences de l'annexe V, point 2.3.1, EP.

La ou les sondes de prélèvement des émissions de gaz sont installées dans le tunnel de dilution, en un emplacement caractérisé par un bon mélange de l'air de dilution et des gaz d'échappement et à proximité immédiate de la sonde de prélèvement de particules.

Pour l'essai ETC, le prélèvement peut en général être effectué de deux façons:

- les polluants sont prélevés dans un sac de prélèvement durant tout le cycle et mesurés dès la fin de l'essai,
- les polluants sont prélevés en continu et intégrés durant tout le cycle; cette méthode est obligatoire pour les HC et les NO_x.

4. DÉTERMINATION DE LA QUANTITÉ DE PARTICULES

La détermination des particules impose d'utiliser un système de dilution. La dilution peut être exécutée par un système de dilution en dérivation (essai ESC uniquement) ou un système de dilution en circuit principal (obligatoire pour l'essai ETC). La capacité d'écoulement du système de dilution doit être suffisamment élevée pour éliminer totalement la condensation d'eau dans les systèmes de dilution et de prélèvement et maintenir la température des gaz d'échappement dilués inférieure ou égale à 325 K (52 °C) juste en amont des porte-filtres. Une dessiccation de l'air de dilution avant l'entrée dans le système de dilution est admise et s'avère particulièrement utile si l'humidité de l'air de dilution est élevée. La température de l'air de dilution doit être égale à 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C). Si la température ambiante est inférieure à 293 K (20 °C), il est recommandé de préchauffer l'air de dilution au-delà de la température limite supérieure de 303 K (30 °C). Néanmoins, la température de l'air de dilution ne doit pas dépasser 325 K (52 °C) avant d'introduire les gaz d'échappement dans le tunnel de dilution.

Le système de dilution en dérivation doit être conçu de manière à séparer le flux de gaz d'échappement en deux fractions, la plus petite étant diluée avec de l'air, puis utilisée pour la mesure des particules. À cette fin, il importe de déterminer le taux de dilution avec une précision extrême. Différentes méthodes de division peuvent être appliquées et, dans ce cas, le type de division choisi détermine dans une grande mesure le matériel et les procédures de prélèvement à utiliser (annexe V, point 2.2). La sonde de prélèvement des particules est placée à proximité immédiate de la sonde de prélèvement des émissions de gaz et l'installation est conforme aux dispositions du point 3.4.1.

Un système de prélèvement des particules, des filtres de prélèvement des particules, une microbalance et une chambre de pesée à contrôle de température et d'humidité sont nécessaires pour déterminer la masse de particules.

Pour le prélèvement des particules, il convient d'appliquer la méthode à filtre unique qui utilise une paire de filtres (voir le point 4.1.3) durant tout le cycle d'essai. Pour l'essai ESC, il faut accorder une grande attention à la durée du prélèvement et aux débits durant la phase de prélèvement de l'essai.

4.1. Filtres de prélèvement des particules

4.1.1. Spécifications des filtres

Des filtres en fibres de verre recouverts d'hydrocarbure fluoré ou des filtres à membranes fluorocarbonées sont nécessaires. Tous les types de filtres doivent posséder un coefficient de rétention des DOP (dioctylphtalates) à 0,3 µm d'au moins 95 % à une vitesse face au gaz comprise entre 35 et 80 cm/s.

4.1.2. Dimensions des filtres

Des filtres à particules doivent posséder un diamètre minimal de 47 mm (diamètre utile de 37 mm). Des filtres de plus grand diamètre sont acceptables (point 4.1.5).

4.1.3. Filtre primaire et filtre secondaire

Les gaz d'échappement dilués sont prélevés, durant la séquence d'essai, par une paire de filtres installés en série (un filtre primaire et un filtre secondaire). Le filtre secondaire se situe au maximum à 100 mm en aval du filtre primaire et n'entre pas en contact avec celui-ci. Les filtres peuvent être pesés séparément ou ensemble, les filtres étant placés face utile contre face utile.

4.1.4. Vitesse au travers des filtres

Il faut parvenir à une vitesse des gaz au travers du filtre de 35 à 80 cm/s. L'augmentation de la perte de charge entre le début et la fin de l'essai ne doit pas excéder 25 kPa.

4.1.5. Charge des filtres

La charge minimale recommandée d'un filtre doit être égale à 0,5 mg pour une surface utile de 1 075 mm². Les valeurs relatives aux dimensions de filtres les plus répandues figurent au tableau 9.

Tableau 9

Charges recommandées pour les filtres

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

4.2. Exigences posées à la chambre de pesée et à la balance analytique

4.2.1. Conditions dans la chambre de pesée

La chambre (ou le local) dans laquelle les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue à une température de 295 K \pm 3 K (22 °C \pm 3 °C) durant le conditionnement et le pesage de tous les filtres. L'humidité doit être maintenue à un point de rosée de 282,5 K \pm 3 K (9,5 °C \pm 3 °C) et l'humidité relative à 45 % \pm 8 %.

4.2.2. Pesage du filtre de référence

L'environnement de la chambre (ou du local) doit être exempt de tout contaminant ambiant (p. ex. des poussières) susceptible de se déposer sur les filtres à particules

durant leur stabilisation. Des perturbations des exigences posées à la chambre de pesée qui sont définies au point 4.2.1 sont autorisées à condition de ne pas durer plus de 30 minutes. La chambre de pesée doit satisfaire aux exigences requises avant l'entrée des filtres individuels dans la chambre de pesée. Au moins deux filtres ou paires de filtres de référence inutilisés doivent être pesés dans les 4 heures suivant les pesages des filtres (paire) de prélèvement; de préférence, ces opérations doivent être exécutées simultanément. Ils doivent avoir les mêmes dimensions et être réalisés dans les mêmes matériaux que les filtres de prélèvement.

Si le poids moyen des filtres de référence (paires de filtres de référence) varie, entre les pesages des filtres de prélèvement, de plus de $\pm 5\%$ (ou de $\pm 7,5\%$ pour la paire de filtres) par rapport à la charge minimale recommandée pour les filtres (point 4.1.5), tous les filtres de prélèvement sont éliminés et l'essai de mesure des émissions est recommencé.

Si le critère de stabilité de la chambre de pesée défini au point 4.2.1 n'est pas respecté, mais que les pesages des filtres (paire) de référence satisfont aux critères susmentionnés, le constructeur du moteur a la faculté d'accepter les poids des filtres de prélèvement ou d'annuler les essais, de réparer le système de contrôle de la chambre de pesée et de recommencer l'essai.

4.2.3. *Balance analytique*

La balance analytique utilisée pour déterminer les poids de tous les filtres possède une précision (écart type) de $20\ \mu\text{g}$ et une résolution de $10\ \mu\text{g}$ (1 chiffre = $10\ \mu\text{g}$). Lorsque les filtres possèdent un diamètre inférieur à 70 mm, la précision et la résolution doivent respectivement s'élever à $2\ \mu\text{g}$ et $1\ \mu\text{g}$.

4.3. **Exigences supplémentaires posées à la mesure des particules**

Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement — du tuyau d'échappement au porte-filtre — qui sont en contact avec des gaz d'échappement bruts et dilués doivent être conçus de manière à minimiser les dépôts ou les altérations des particules. Ils doivent être réalisés dans des matériaux conducteurs qui ne réagissent pas aux éléments constitutifs des gaz d'échappement et être mis à la terre afin d'éviter les influences électrostatiques.

5. **DÉTERMINATION DES FUMÉES**

Le présent point contient des exigences posées à l'équipement d'essai obligatoire et facultatif à utiliser pour l'essai ELR. Les fumées doivent être mesurées avec un opacimètre doté d'un mode de lecture de l'opacité et du coefficient d'absorption lumineuse. Le mode de lecture de l'opacité sert uniquement à l'étalonnage et au contrôle de l'opacimètre. Les valeurs de fumées du cycle d'essai sont mesurées en mode de lecture du coefficient d'absorption lumineuse.

5.1. **Exigences générales**

L'essai ELR impose d'utiliser un système de mesure des fumées et de traitement des données qui comporte trois unités fonctionnelles. Celles-ci peuvent se présenter sous la forme d'un élément intégré unique ou d'un système de composants reliés entre eux. Les trois unités fonctionnelles sont les suivantes:

- un opacimètre qui répond aux exigences de l'annexe III, appendice 1, point 3,
- une unité de traitement des données capable d'exécuter les fonctions décrites à l'annexe III, appendice 1, point 6,
- une imprimante et/ou un support de stockage électronique afin d'enregistrer et de sortir les valeurs de fumées requises qui sont spécifiées à l'annexe III, appendice 1, point 6.3.

5.2. Exigences spécifiques

5.2.1. Linéarité

La linéarité doit être égale à ± 2 % d'opacité.

5.2.2. Dérive du zéro

La dérive du zéro durant une période d'une heure ne doit pas dépasser ± 1 % d'opacité.

5.2.3. Indication et plage de l'opacimètre

La plage d'indication de l'opacité est de 0-100 % et la lisibilité est de l'ordre de 0,1 %. La plage d'indication du coefficient d'absorption lumineuse est de 0-30 m^{-1} et la lisibilité est de l'ordre de 0,01 m^{-1} .

5.2.4. Temps de réponse des instruments

Le temps de réponse physique de l'opacimètre ne doit pas dépasser 0,2 s. Le temps de réponse physique est la différence entre les moments où le résultat fourni par un récepteur à réponse rapide atteint 10 et 90 % de l'écart total lorsque l'opacité du gaz mesuré varie en moins de 0,1 s.

Le temps de réponse électrique de l'opacimètre ne doit pas dépasser 0,05 s. Le temps de réponse électrique est la différence entre les moments où le résultat de l'opacimètre atteint 10 et 90 % de la pleine échelle lorsque la source lumineuse est interrompue ou éteinte complètement en moins de 0,01 s.

5.2.5. Filtres neutres

Tout filtre neutre utilisé pour étalonner l'opacimètre, mesurer la linéarité ou régler la sensibilité doit posséder une valeur connue avec une précision inférieure à 1,0 % d'opacité. La précision de la valeur nominale du filtre doit être vérifiée au moins une fois par an à l'aide d'une référence issue d'une norme nationale ou internationale.

Les filtres neutres sont des appareils de précision qui peuvent être facilement endommagés en cours d'utilisation. Ils doivent être manipulés le moins souvent possible et, le cas échéant, avec précaution afin d'éviter de les griffer ou de les souiller.

PROCÉDURE D'ÉTALONNAGE

1. ÉTALONNAGE DES ANALYSEURS

1.1. Introduction

Chaque analyseur doit être étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences de précision imposées par la présente directive. Ce point décrit la méthode d'étalonnage à appliquer pour les analyseurs repris à l'annexe III, appendice 4, point 3, et à l'annexe V, point 1.

1.2. Gaz d'étalonnage

La durée de conservation de tous les gaz d'étalonnage doit être respectée.

La date d'expiration des gaz d'étalonnage indiquée par le fabricant doit être enregistrée.

1.2.1. Gaz purs

La pureté requise pour les gaz est définie par les limites de contamination indiquées ci-dessous. Les gaz suivants doivent être disponibles:

azote purifié

(contamination: ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

oxygène purifié

(pureté $> 99,5$ % vol. O₂)

mélange hydrogène-hélium

(40 ± 2 % hydrogène, hélium porteur)

(contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

air synthétique purifié

(contamination ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

(teneur en oxygène entre 18-21 % vol.)

propane ou CO purifié pour la vérification du CVS

1.2.2. Gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité

Les mélanges de gaz qui possèdent les compositions chimiques suivantes sont disponibles:

C₃H₈ et air synthétique purifié (voir le point 1.2.1);

CO et azote purifié;

NO_x et azote purifié (la quantité de NO₂ contenue dans ce gaz d'étalonnage ne doit pas dépasser 5 % de la teneur en NO);

CO₂ et azote purifié;

CH₄ et air synthétique purifié;

C₂H₆ et air synthétique purifié.

Remarque: d'autres combinaisons de gaz sont admises si les différents gaz ne réagissent pas les uns avec les autres.

La concentration effective d'un gaz d'étalonnage et de réglage de sensibilité doit se situer à moins de ± 2 % de la valeur nominale. Toutes les concentrations du gaz d'étalonnage doivent être indiquées en volume (pourcentage en volume ou ppm en volume).

Les gaz utilisés pour l'étalonnage et le réglage de sensibilité peuvent aussi être obtenus à l'aide d'un diviseur de gaz, par dilution avec du N₂ purifié ou de l'air synthétique purifié. La précision du mélangeur doit permettre de déterminer la concentration des gaz d'étalonnage dilués à ± 2 %.

1.3. Mode opératoire des analyseurs et du système de prélèvement

Le mode opératoire des analyseurs doit respecter les instructions de démarrage et de fonctionnement du fabricant de l'instrument. Les exigences minimales indiquées aux points 1.4 à 1.9 doivent aussi être observées.

1.4. Essai d'étanchéité

Un essai d'étanchéité du système doit être exécuté. La sonde est déconnectée du système d'échappement et son extrémité est obstruée. La pompe de l'analyseur est branchée. Après une période de stabilisation initiale, tous les débitmètres doivent indiquer zéro. Sinon, les conduites de prélèvement doivent être vérifiées et le défaut éliminé.

Le taux de fuite maximal admissible côté dépression est de l'ordre de 0,5 % du débit en service pour la partie du système en cours de vérification. Les débits de l'analyseur et les débits de dérivation peuvent servir à évaluer les débits en service.

Une autre méthode consiste à introduire un changement progressif de la concentration au début de la conduite de prélèvement en commutant entre le gaz de mise à zéro et le gaz de réglage de sensibilité. Si, après un laps de temps approprié, la valeur relevée indique une concentration inférieure à la concentration introduite, il existe des problèmes d'étalonnage ou de fuite.

1.5. Procédure d'étalonnage

1.5.1. Instruments

Les instruments sont étalonnés et les courbes d'étalonnage sont vérifiées par rapport à des gaz étalons. Les mêmes débits de gaz que lors du prélèvement des gaz d'échappement doivent être utilisés.

1.5.2. Temps de mise en température

Le temps de mise en température doit être conforme aux recommandations du fabricant. S'il n'est pas spécifié, il est recommandé d'observer un temps de mise en température minimal de deux heures pour les analyseurs.

1.5.3. Analyseurs NDIR et HFID

Lorsqu'il y a lieu, l'analyseur NDIR doit être réglé et la flamme de combustion de l'analyseur HFID doit être optimisée (point 1.8.1).

1.5.4. Étalonnage

Chaque gamme opératoire normalement utilisée doit être étalonnée.

Les analyseurs de CO, de CO₂, de NO_x et de HC doivent être mis à zéro avec de l'air synthétique (ou de l'azote) purifié.

Les gaz d'étalonnage adéquats sont introduits dans les analyseurs, puis les valeurs sont enregistrées et la courbe d'étalonnage est tracée conformément au point 1.5.5.

Le réglage du zéro est revérifié et, le cas échéant, la procédure d'étalonnage est recommencée.

1.5.5. Traçage de la courbe d'étalonnage

1.5.5.1. Principes généraux

La courbe d'étalonnage des analyseurs est tracée en reliant au moins cinq points d'étalonnage (à l'exclusion du zéro) espacés aussi uniformément que possible. La concentration nominale maximale doit être égale ou supérieure à 90 % de la pleine échelle.

La courbe d'étalonnage est calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés. Si le degré polynomial résultant est supérieur à 3, le nombre de points d'étalonnage (zéro inclus) doit être au moins égal à ce degré polynomial plus 2.

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de ± 2 % de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage et de plus de ± 1 % de la pleine échelle à zéro.

La courbe et les points d'étalonnage permettent de vérifier l'exécution correcte de l'étalonnage. Les différents paramètres caractéristiques de l'analyseur doivent être indiqués, notamment:

- la plage de mesure,

- la sensibilité,
- la date d'exécution de l'étalonnage.

1.5.5.2. Étalonnage en dessous de 15 % de la pleine échelle

La courbe d'étalonnage de l'analyseur doit être tracée en reliant au moins 4 points d'étalonnage supplémentaires (à l'exclusion du zéro) qui sont théoriquement équidistants en dessous de 15 % de la pleine échelle.

La courbe d'étalonnage est calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés.

La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 4\%$ de la valeur nominale de chaque point d'étalonnage et de plus de $\pm 1\%$ de la pleine échelle à zéro.

Ces dispositions ne s'appliquent pas dans le cas d'une valeur pleine échelle inférieure ou égale à 155 ppm.

1.5.5.3. Méthodes de substitution

S'il peut être démontré qu'une technologie de substitution (p. ex. un ordinateur, un commutateur de gamme électronique, etc.) peut fournir une précision équivalente, elle peut être utilisée.

1.6. Vérification de l'étalonnage

Chaque gamme opératoire normalement utilisée doit être vérifiée avant toute analyse conformément à la procédure ci-dessous.

L'étalonnage est vérifié à l'aide d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité dont la valeur nominale dépasse 80 % de la pleine échelle de la plage de mesure.

Si, pour les deux points considérés, la valeur résultante ne s'écarte pas de la valeur de référence déclarée de plus de $\pm 4\%$ de la pleine échelle, les paramètres de réglage peuvent être modifiés. Si tel n'est pas le cas, une nouvelle courbe d'étalonnage est tracée conformément au point 1.5.5.

1.7. Essai d'efficacité du convertisseur de NO_x

L'efficacité du convertisseur utilisé pour convertir les NO₂ en NO est testée conformément aux points 1.7.1 à 1.7.8 (figure 6).

1.7.1. Montage d'essai

Il faut utiliser le montage d'essai décrit à la figure 6 (voir aussi l'annexe III, appendice 4, point 3.3.5) et la procédure ci-dessous pour tester l'efficacité des convertisseurs à l'aide d'un ozoniseur.

1.7.2. Étalonnage

Les détecteurs CLD et HCLD sont étalonnés, conformément aux spécifications du fabricant, dans la gamme opératoire la plus courante à l'aide d'un gaz de mise à zéro et d'un gaz de réglage de sensibilité (dont la teneur en NO doit correspondre à

quelque 80 % de la gamme opératoire et la concentration de NO₂ du mélange gazeux doit être inférieure à 5 % de la concentration de NO). L'analyseur de NO_x doit être réglé en mode NO pour que le gaz de réglage de sensibilité ne traverse pas le convertisseur. La concentration indiquée doit être enregistrée.

1.7.3. Calcul

L'efficacité du convertisseur de NO_x se calcule comme suit:

$$\text{Efficacité (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d}\right) \times 100$$

où:

a = concentration de NO_x conformément au point 1.7.6

b = concentration de NO_x conformément au point 1.7.7

c = concentration de NO conformément au point 1.7.4

d = concentration de NO conformément au point 1.7.5

1.7.4. Ajout d'oxygène

De l'oxygène ou de l'air de mise à zéro est ajouté en continu au débit de gaz par un raccord en T jusqu'à ce que la concentration indiquée soit inférieure de quelque 20 % à la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.7.2 (*l'analyseur est réglé en mode NO*). La concentration c indiquée est enregistrée. L'ozoniseur reste désactivé durant toute la procédure.

1.7.5. Activation de l'ozoniseur

L'ozoniseur est ensuite activé afin de générer un volume suffisant d'ozone pour abaisser la concentration de NO à environ 20 % (10 % minimum) de la concentration d'étalonnage indiquée au point 1.7.2. La concentration d indiquée est enregistrée (*l'analyseur est réglé en mode NO*).

1.7.6. Mode NO_x

L'analyseur de NO est ensuite commuté en mode NO_x pour que le mélange gazeux (composé de NO, de NO₂, d'O₂ et de N₂) passe par le convertisseur. La concentration a indiquée est enregistrée (*l'analyseur est réglé en mode NO_x*).

1.7.7. Désactivation de l'ozoniseur

L'ozoniseur est ensuite désactivé. Le mélange gazeux décrit au point 1.7.6 traverse le convertisseur et parvient dans le détecteur. La concentration b indiquée est enregistrée (*l'analyseur est réglé en mode NO_x*).

1.7.8. Mode NO

Une commutation en mode NO avec l'ozoniseur désactivé coupe aussi le débit d'oxygène ou d'air synthétique. La valeur de NO_x indiquée par l'analyseur ne doit pas

s'écarter de plus de $\pm 5\%$ de la valeur mesurée conformément au point 1.7.2 (l'analyseur est réglé en mode NO).

1.7.9. Intervalle d'essai

L'efficacité du convertisseur doit être testée avant tout étalonnage de l'analyseur de NO_x.

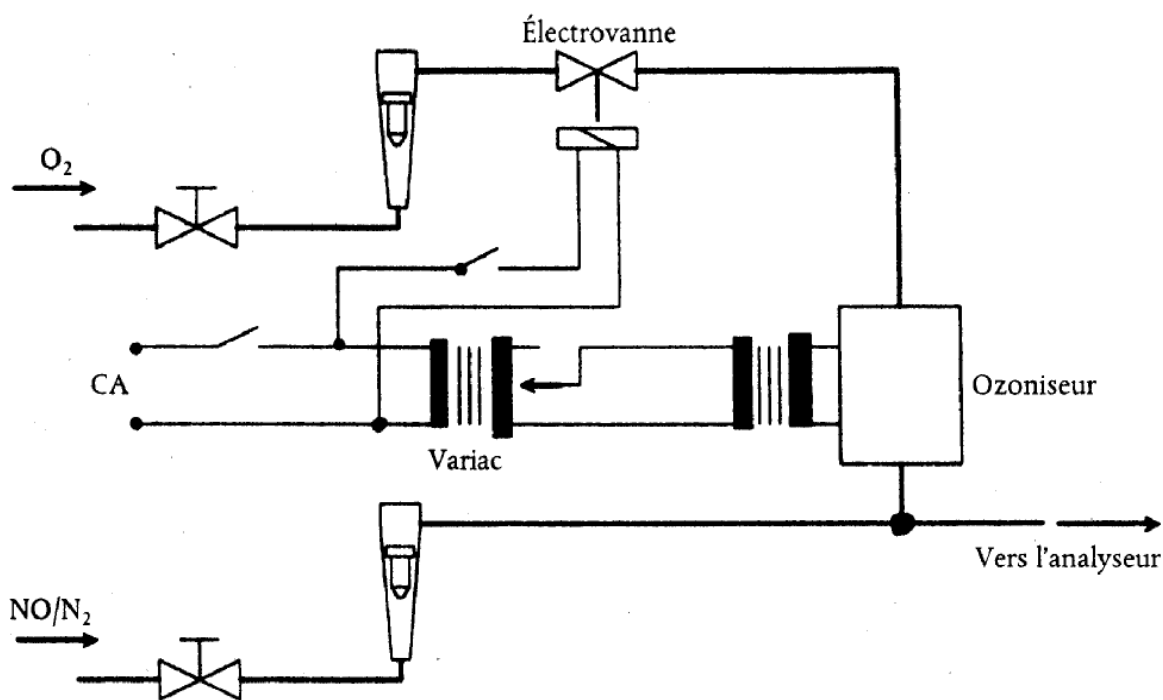
1.7.10. Exigence en matière d'efficacité

L'efficacité du convertisseur ne doit pas être inférieure à 90 %, mais une efficacité de 95 % est fortement recommandée.

Remarque: si, lorsque l'analyseur est réglé dans la gamme la plus courante, l'ozoniseur est incapable d'indiquer une réduction de 80 % à 20 % conformément au point 1.7.5, il convient d'opter pour la gamme maximale qui indiquera la réduction.

Figure 6

Schéma du dispositif de mesure de l'efficacité du convertisseur de NO_x



1.8. Réglage du FID

1.8.1. Optimisation de la réponse du détecteur

Le FID doit être réglé conformément aux spécifications du fabricant de l'instrument. Un gaz de réglage de sensibilité à l'air propane doit servir à optimiser la réponse dans la gamme opératoire la plus courante.

Lorsque les débits de carburant et d'air sont conformes aux recommandations du fabricant, un gaz de réglage de sensibilité à 350 ± 75 ppm C est introduit dans l'analyseur. La réponse à un débit de carburant donné est déterminée à partir de la

différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et la réponse au gaz de mise à zéro. Le débit de carburant est réglé pas à pas au-dessus et en dessous de la valeur prescrite par le fabricant. La réponse au gaz de réglage de sensibilité et au gaz de mise à zéro à ces débits de carburant est enregistrée. La différence entre la réponse au gaz de réglage de sensibilité et au gaz de mise à zéro est tracée et le débit de carburant est ajusté du côté riche de la courbe.

1.8.2. *Facteurs de réponse aux hydrocarbures*

L'analyseur est étalonné avec du propane dans de l'air et de l'air synthétique purifié conformément au point 1.5.

Les facteurs de réponse sont déterminés à la mise en service d'un analyseur et après de longs intervalles d'entretien. Le facteur de réponse (R_f) d'un type particulier d'hydrocarbures est le rapport de la valeur C1 relevée au FID à la concentration de gaz dans la bouteille qui est exprimée en ppm C1.

La concentration du gaz d'essai doit être suffisante pour fournir une réponse égale à quelque 80 % de la pleine échelle. La concentration doit être connue avec une précision de $\pm 2\%$ par rapport à une norme gravimétrique exprimée en volume. En outre, la bouteille à gaz doit être préconditionnée durant 24 heures à une température de $298\text{ K} \pm 5\text{ K}$ ($25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$).

Les gaz d'essai à utiliser et les gammes relatives recommandées pour le facteur de réponse sont les suivants:

méthane et air synthétique purifié $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

propylène et air synthétique purifié $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

toluène et air synthétique purifié $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Ces valeurs concernent le facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air synthétique purifié.

1.8.3. *Contrôle d'interférence à l'oxygène*

Le contrôle d'interférence à l'oxygène est exécuté à la mise en service d'un analyseur ou après de longs intervalles d'entretien.

Le facteur de réponse est défini, puis déterminé conformément à la description du point 1.8.2. Le gaz d'essai à utiliser et la gamme relative recommandée pour le facteur de réponse sont les suivants:

propane et azote $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Cette valeur concerne le facteur de réponse (R_f) de 1,00 pour le propane et l'air synthétique purifié.

La concentration d'oxygène dans l'air du brûleur du FID doit se situer à ± 1 mole % de celle appliquée lors du dernier contrôle d'interférence à l'oxygène. Si la différence est supérieure, l'interférence à l'oxygène doit être contrôlée et, le cas échéant, l'analyseur doit être réglé.

1.8.4. Efficacité du séparateur de méthane (NMC, pour des moteurs à gaz fonctionnant au gaz naturel uniquement)

Le NMC sert à éliminer les hydrocarbures non méthaniques du gaz prélevé en oxydant tous les hydrocarbures à l'exception du méthane. Idéalement, la conversion du méthane est de 0 % et celle des autres hydrocarbures représentés par l'éthane est égale à 100 %. Afin de garantir une mesure précise des NMHC, les deux rendements sont mesurés et servent à calculer le débit massique des émissions de NMHC (voir l'annexe III, appendice 2, point 4.3).

1.8.4.1. Rendement du méthane

Le gaz d'étalonnage du méthane est envoyé au travers du FID avec et sans contournement du NMC et les deux valeurs sont enregistrées. Le rendement est déterminé comme suit:

$$CE_M = 1 - (\text{conc}_{\text{avec}}/\text{conc}_{\text{sans}})$$

où:

$\text{conc}_{\text{avec}}$ = concentration de HC lorsque le CH_4 traverse le NMC

$\text{conc}_{\text{sans}}$ = concentration de HC lorsque le CH_4 contourne le NMC

1.8.4.2. Rendement de l'éthane

Le gaz d'étalonnage de l'éthane est envoyé au travers du FID avec et sans contournement du NMC et les deux concentrations sont enregistrées. Le rendement est déterminé comme suit:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_{\text{avec}}}{\text{conc}_{\text{sans}}}$$

où:

$\text{conc}_{\text{avec}}$ = concentration de HC lorsque le C_2H_6 traverse le NMC

$\text{conc}_{\text{sans}}$ = concentration de HC lorsque le C_2H_6 contourne le NMC

1.9. Effets d'interférence avec les analyseurs de CO , de CO_2 et de NO_x

Les gaz autres que le gaz analysé qui sont présents dans les gaz d'échappement peuvent perturber la valeur mesurée de différentes façons. Il y a interférence positive dans les instruments NDIR lorsque le gaz à l'origine de l'interférence fournit le même effet, mais à un degré moindre, que le gaz mesuré. Il y a interférence négative, d'une part, dans les instruments NDIR lorsque le gaz à l'origine de l'interférence élargit la bande d'absorption du gaz mesuré et, d'autre part, dans des instruments CLD lorsque le gaz à l'origine de l'interférence provoque une extinction de la radiation. Les contrôles d'interférence repris aux points 1.9.1 et 1.9.2 sont exécutés avant la mise en service d'un analyseur ou après de longs intervalles d'entretien.

1.9.1. Contrôle d'interférence de l'analyseur de CO

L'eau et le CO₂ peuvent perturber les performances de l'analyseur de CO. Par conséquent, un gaz de réglage de sensibilité au CO₂ présentant une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire maximale utilisée durant les essais est purifié par barbotage dans de l'eau à la température ambiante et la réponse de l'analyseur est enregistrée. Cette dernière ne doit pas être supérieure à 1 % de la pleine échelle pour des gammes égales ou supérieures à 300 ppm ou à 3 ppm pour des gammes inférieures à 300 ppm.

1.9.2. Contrôles d'interférence de l'analyseur aux NO_x

Les deux gaz concernés pour les analyseurs CLD (et HCLD) sont le CO₂ et la vapeur d'eau. Les taux d'interférence à ces gaz sont proportionnels à leurs concentrations et imposent dès lors de recourir à des techniques d'essai pour déterminer l'interférence aux concentrations maximales escomptées apparue durant les essais.

1.9.2.1. Contrôle du taux d'interférence au CO₂

Un gaz de réglage de sensibilité au CO₂ qui possède une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire maximale est envoyé à travers l'analyseur NDIR et la valeur mesurée pour le CO₂ est enregistrée comme A. Il doit ensuite être dilué à 50 % environ avec un gaz de réglage de sensibilité au NO et envoyé à travers le NDIR et le (H)CLD, les valeurs mesurées pour le CO₂ et le NO étant respectivement enregistrées comme B et C. Le CO₂ est ensuite coupé et seul le gaz de réglage de sensibilité au NO est envoyé à travers le (H)CLD, puis la valeur mesurée pour le NO est enregistrée comme D.

L'interférence, qui ne doit pas être supérieure à 3 % de la pleine échelle, est déterminée comme suit:

$$\% \text{ interférence} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

où:

A = concentration de CO₂ non dilué qui est mesurée en % à l'aide du NDIR

B = concentration de CO₂ dilué qui est mesurée en % à l'aide du NDIR

C = concentration de NO dilué qui est mesurée en ppm à l'aide du (H)CLD

D = concentration de NO non dilué qui est mesurée en ppm à l'aide du (H)CLD

D'autres méthodes de dilution et de quantification des valeurs du gaz de réglage de sensibilité au CO₂ et au NO, telles que le mélange/dosage dynamique, peuvent être appliquées.

1.9.2.2. Contrôle de l'interférence à l'eau

Ce contrôle s'applique uniquement aux mesures de la concentration de gaz humides. Le calcul de l'interférence à l'eau doit tenir compte de la dilution du gaz de réglage de sensibilité au NO avec de la vapeur d'eau ainsi que de la mise à l'échelle de la concentration de vapeur d'eau du mélange par rapport à celle escomptée durant les essais.

Un gaz de réglage de sensibilité au NO qui possède une concentration de 80 à 100 % de la pleine échelle de la gamme opératoire normale est envoyé à travers le (H)CLD et la valeur mesurée pour le NO est enregistrée comme D. Le gaz de réglage de sensibilité au NO est ensuite purifié par barbotage dans de l'eau à la température ambiante et envoyé à travers le (H)CLD; la valeur mesurée pour le NO est enregistrée comme C. La pression de service absolue de l'analyseur et la température de l'eau sont déterminées et enregistrées respectivement comme E et F. La pression de vapeur saturante du mélange qui correspond à la température F de l'eau du barboteur est déterminée et enregistrée comme G. La concentration de vapeur d'eau (H, en %) du mélange est calculée comme suit:

$$H = 100 \times (G/E)$$

La concentration escomptée de gaz de réglage de sensibilité au NO dilué (dans de la vapeur d'eau) (D_e) est calculée comme suit:

$$D_e = D \times (1 - H/100)$$

Dans les gaz d'échappement d'un moteur Diesel, la concentration maximale de vapeur d'eau dans les gaz d'échappement (H_m , en %) qui est escomptée durant les essais est évaluée comme suit à partir de la concentration non diluée de gaz de réglage de sensibilité au CO_2 (A, valeur mesurée au point 1.9.2.1) en supposant un rapport atomique H/C du carburant égal à 1,8:1:

$$H_m = 0,9 \times A$$

L'interférence à l'eau, qui ne doit pas dépasser 3 %, est calculée comme suit:

$$\% \text{ interférence} = 100 \times ((D_e - C)/D_e) \times (H_m/H)$$

où:

D_e = concentration diluée escomptée de NO, en ppm

C = concentration diluée de NO, en ppm

H_m = concentration maximale de vapeur d'eau, en %

H = concentration effective de vapeur d'eau, en %

Remarque: il importe que le gaz de réglage de sensibilité au NO contienne une concentration minimale de NO_2 pour ce contrôle, car l'absorption de NO_2 dans l'eau n'a pas été prise en compte pour déterminer l'interférence.

1.10. Intervalles d'étalonnage

Les analyseurs sont étalonnés conformément au point 1.5 au moins une fois tous les 3 mois ou après toute réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

2. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME CVS

2.1. Généralités

Le système CVS est étalonné à l'aide d'un débitmètre de précision conforme à des normes nationales ou internationales et d'un dispositif d'étranglement. Le débit qui traverse le système est mesuré pour différents réglages de l'étrangleur et les paramètres de commande et contrôle du système sont mesurés et mis en relation avec le débit.

Divers types de débitmètres peuvent être utilisés, notamment un venturi étalonné, un débitmètre laminaire étalonné, un débitmètre à turbine étalonné.

2.2. Étalonnage de la pompe volumétrique (PDP)

Tous les paramètres de la pompe sont mesurés en même temps que les paramètres du débitmètre connecté en série avec la pompe. Le débit calculé (en m³/min à l'orifice d'aspiration de la pompe, pression et température absolues) est tracé par rapport à un facteur de corrélation qui représente la valeur d'une combinaison spécifique de paramètres de la pompe. L'équation linéaire entre le débit de la pompe et la fonction de corrélation est ensuite calculée. Si un CVS possède plusieurs gammes de vitesse, l'étalonnage doit être exécuté pour chaque gamme utilisée. La stabilité en température doit être maintenue durant l'étalonnage.

2.2.1. Analyse des données

Le débit d'air (Q_s) présent à chaque position de vanne (6 réglages minimum) est calculé en m³/min normalisés à partir des données du débitmètre et se fonde sur la méthode prescrite par le fabricant. Le débit d'air est ensuite converti comme suit en débit de la pompe (V_0), exprimé en m³/tr à la température et à la pression absolues à l'entrée de la pompe:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_A}$$

où:

Q_s = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m³/s

T = température à l'orifice d'aspiration de la pompe, en K

p_A = pression absolue à l'orifice d'aspiration de la pompe ($p_B - p_1$), en kPa

n = débit de la pompe, en tr/s

Afin de tenir compte de l'interaction des variations de pression à la pompe et du taux de glissement de la pompe, la fonction de corrélation (X_0) entre le débit de la pompe, la pression différentielle de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement et la pression absolue à l'orifice de refoulement de la pompe est déterminée comme suit:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_A}}$$

où:

Δp_p = pression différentielle de l'orifice d'aspiration à l'orifice de refoulement de la pompe, en kPa

p_A = pression de refoulement absolue à l'orifice de refoulement de la pompe, en kPa

Un ajustement linéaire pour les moindres carrés est réalisé comme suit afin de fournir l'équation d'étalonnage:

$$V_0 = D_0 - m \times (X_0)$$

D_0 et m sont respectivement les constantes et les pentes qui décrivent les droites de régression.

Pour un système CVS à plusieurs gammes de vitesse, les courbes d'étalonnage générées pour les différentes gammes de débit de la pompe doivent être plus ou moins parallèles et les valeurs d'intercepte (D_0) augmentent au fur et à mesure que la gamme de débit de la pompe baisse.

Les valeurs dérivées de l'équation se situent à $\pm 0,5\%$ de la valeur mesurée de V_0 . Les valeurs de m varient d'une pompe à l'autre. Un débit entrant de particules dans le temps réduit le glissement de la pompe, ce que les valeurs les plus basses de m reflètent. Par conséquent, l'étalonnage doit être exécuté au démarrage de la pompe, après un gros entretien et lorsque la vérification du système complet (point 2.4) indique une variation du taux de glissement.

2.3. Étalonnage du venturi à écoulement critique (CFV)

L'étalonnage du CFV repose sur l'équation d'écoulement d'un venturi critique. L'écoulement du gaz dépend de la pression et de la température d'aspiration (voir ci-dessous):

$$Q_s = K_v \times \frac{p_A}{\sqrt{T}}$$

où:

K_v = coefficient d'étalonnage

p_A = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

T = température à l'entrée du venturi, en K

2.3.1. Analyse des données

Le débit d'air (Q_s) à chaque réglage de l'étrangleur (8 réglages minimum) est déterminé, conformément à la méthode prescrite par le fabricant, en m^3/min normalisés à partir des données du débitmètre. Le coefficient d'étalonnage est calculé comme suit à partir des données d'étalonnage collectées pour chaque réglage:

$$K_v = Q_s \times \frac{\sqrt{T}}{p_A}$$

où:

Q_s = débit d'air dans des conditions normalisées (101,3 kPa, 273 K), en m^3/s

T = température à l'entrée du venturi, en K

p_A = pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa

Pour déterminer la plage de l'écoulement critique, K_v est tracé comme une fonction de la pression d'entrée du venturi. Pour l'écoulement critique (réduit), K_v possède une valeur relativement constante. Au fur et à mesure que la pression baisse (la dépression augmente), le venturi s'agrandit et K_v diminue, ce qui montre que le CFV fonctionne en dehors de la gamme admissible.

Le K_v moyen et l'écart type doivent être calculés pour huit points minimum situés dans la région de l'écoulement critique. L'écart type ne doit pas dépasser $\pm 0,3 \%$ du K_v moyen.

2.4. Vérification du système complet

La précision totale du système de prélèvement CVS et du système d'analyse est déterminée en introduisant une masse connue d'un gaz polluant dans le système utilisé normalement. Le polluant est analysé et la masse est dérivée conformément à l'annexe III, appendice 2, point 4.3, sauf dans le cas du propane où un facteur de 0,000472 est utilisé à la place de 0,000479 pour les HC. L'une ou l'autre des deux techniques suivantes est appliquée.

2.4.1. Mesure à l'aide d'un orifice à écoulement critique

Une quantité connue de gaz pur (monoxyde de carbone ou propane) est introduite dans le système CVS via un orifice à écoulement critique étalonné. Si la pression d'entrée est suffisamment élevée, le débit ajusté au moyen de l'orifice à écoulement critique est indépendant de la pression de sortie de l'orifice (\equiv écoulement critique). Le système CVS fonctionne pendant 5 à 10 minutes environ comme lors d'un essai normal de mesure des émissions de gaz d'échappement. Un échantillon de gaz est analysé à l'aide de l'équipement habituel (sac de prélèvement ou méthode

d'intégration) et la masse de gaz est calculée. La masse ainsi déterminée se situe à $\pm 3 \%$ de la masse connue de gaz injecté.

2.4.2. *Mesure à l'aide d'une technique gravimétrique*

Le poids d'une petite bouteille remplie de monoxyde de carbone ou de propane est déterminé avec une précision de $\pm 0,01$ gramme. Pendant 5 à 10 minutes environ, le système CVS fonctionne comme lors d'un essai normal de mesure des émissions de gaz d'échappement lorsque le monoxyde de carbone ou le propane est injecté dans le système. La quantité de gaz pur libérée est déterminée par pesée différentielle. Un échantillon de gaz est analysé à l'aide de l'équipement habituel (sac de prélèvement ou méthode d'intégration) et la masse de gaz est calculée. La masse ainsi déterminée doit se situer à $\pm 3 \%$ de la masse connue de gaz injecté.

3. ÉTALONNAGE DU SYSTÈME DE MESURE DES PARTICULES

3.1. Introduction

Chaque élément est étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences de précision de la présente directive. La méthode d'étalonnage à appliquer est décrite sous ce point pour les éléments repris à l'annexe III, appendice 4, point 4, et à l'annexe V, point 2.

3.2. Mesure de débit

L'étalonnage des débitmètres de gaz ou des instruments de mesure du débit doit être conforme à des normes internationales et/ou nationales. L'erreur maximale de la valeur mesurée doit se situer à moins de $\pm 2 \%$ de la valeur relevée.

Si le débit de gaz est déterminé en mesurant le débit différentiel, l'erreur maximale de la différence doit être telle que la précision de G_{EDF} soit de l'ordre de $\pm 4 \%$ (voir aussi l'annexe V, point 2.2.1, EGA). Il peut être calculé en prenant la moyenne quadratique des erreurs de chaque instrument.

3.3. Vérification des conditions de la dérivation

La gamme de vitesse des gaz d'échappement et les oscillations de pression sont vérifiées et réglées conformément aux exigences de l'annexe V, point 2.2.1, EP, s'il y a lieu.

3.4. Intervalles d'étalonnage

Les instruments de mesure du débit sont étalonnés au moins une fois tous les 3 mois ou à chaque réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

4. ÉTALONNAGE DE L'ÉQUIPEMENT DE MESURE DES FUMÉES

4.1. Introduction

L'opacimètre est étalonné aussi souvent que nécessaire afin de satisfaire aux exigences de précision de la présente directive. La méthode d'étalonnage à appliquer est décrite sous ce point pour les éléments repris à l'annexe III, appendice 4, point 5, et à l'annexe V, point 3.

4.2. Procédure d'étalonnage

4.2.1. Temps de mise en température

L'opacimètre est mis en température et stabilisé conformément aux recommandations du fabricant. S'il est équipé d'un système à air de purge destiné à éviter la formation de suies sur l'optique de l'appareil, ce système doit aussi être activé et réglé conformément aux recommandations du fabricant.

4.2.2. Détermination de la réponse de linéarité

La linéarité de l'opacimètre est vérifiée en mode de lecture d'opacité conformément aux recommandations du fabricant. Trois filtres neutres qui possèdent une transmittance connue et sont conformes aux exigences de l'annexe III, appendice 4, point 5.2.5, sont installés sur l'opacimètre et la valeur est enregistrée. Les filtres neutres doivent posséder des opacités nominales approximatives de 10 %, 20 % et 40 %.

La linéarité ne doit pas s'écarter de plus de ± 2 % de l'opacité nominale du filtre neutre. Toute non-linéarité supérieure à la valeur susmentionnée doit être corrigée avant l'essai.

4.3. Intervalles d'étalonnage

Conformément au point 4.2.2, l'opacimètre est étalonné au moins une fois tous les 3 mois ou à chaque réparation ou modification du système susceptible d'influencer l'étalonnage.

ANNEXE IV

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

→₁ 1.1. ← CARBURANT DIESEL¹

Paramètre	Unité	Limites ²		Méthode d'essai	Publication
		Minimale	Maximale		
Indice de cétane ³		52	54	EN-ISO 5165	1998 ⁴
Densité à 15 °C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675	1995
Distillation:					
— point à 50 %	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— point à 95 %	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— point d'ébullition final	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Point d'éclair	°C	55	—	EN 22719	1993
TLF	°C	—	- 5	EN 116	1981
Viscosité à 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	3,0	6,0	IP 391 (*)	1995
Teneur en soufre ⁵	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 ⁴
Corrosion lame de cuivre		—	1	EN-ISO 2160	1995
Résidu Conradson (10 % DR)	% m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Teneur en cendres	% m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995

Teneur en eau	% m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Indice de neutralisation (acidité forte)	KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ⁴
Stabilité à l'oxydation ⁶	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
(*) Nouvelle méthode plus appropriée en cours d'élaboration pour les aromatiques polycycliques	% m/m	—	—	EN 12916	[1997] ⁴

¹ S'il est nécessaire de calculer l'efficacité thermique d'un moteur ou d'un véhicule, le pouvoir calorifique du carburant peut être calculé à partir de:
énergie spécifique (pouvoir calorifique)(net) en MJ/kg = (46,423 - 8,792d² + 3,170d)(1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x

étant entendu que:

d = la densité à 15 °C

x = la proportion en masse d'eau (%/100)

y = la proportion en masse de cendres (%/100)

s = la proportion en masse de soufre (%/100).

² Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des « valeurs réelles ». Lors de l'établissement des valeurs limites, on a appliqué les termes de la norme ISO 4259 Produits pétroliers - Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai, et, lors de la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est 4R (R: reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons statistiques, le fabricant d'un carburant devra néanmoins viser la valeur zéro lorsque le maximum stipulé est de 2R, et la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

³ La gamme fixée pour l'indice de cétane n'est pas conforme à l'exigence d'une gamme minimale de 4R. Cependant, en cas de litige entre le fournisseur et l'utilisateur de carburant, les termes de la norme ISO 4259 peuvent être utilisés à condition de répéter les mesures un nombre suffisant de fois pour atteindre la précision nécessaire plutôt que d'effectuer des déterminations isolées.

⁴ Le mois de publication sera complété en temps utile.

⁵ La teneur effective en soufre du carburant utilisé pour les essais du type I est rapportée. En outre, la teneur en soufre du carburant de référence utilisé pour approuver un véhicule ou un moteur par rapport aux valeurs limites indiquées à la ligne B du tableau du point 6.2.1 de l'annexe I de la présente directive doit avoir une teneur maximale en soufre de 50 ppm. La Commission proposera dès que possible, et pour le 31 décembre 1999 au plus tard, une modification de la présente annexe pour refléter la moyenne du marché en ce qui concerne la teneur en soufre pour le carburant défini à l'annexe IV de la directive 98/70/CE.

⁶ Même si la stabilité à l'oxydation est contrôlée, il est probable que la durée de conservation sera limitée. Le fournisseur doit donner son avis sur les conditions et la durée de stockage.

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe ,
pt 9

1.2. Éthanol pour moteurs Diesel ¹

Paramètre	Unité	Limites ²		Méthode d'essai ³
		Minimale	Maximale	
Alcool, masse	% m/m	92,4	—	ASTM D 5501
Autre alcool que l'éthanol contenu dans l'alcool total, masse	% m/m	—	2	ADTM D 5501
Densité à 15 °C	kg/m ³	795	815	ASTM D 4052
Teneur en cendres	% m/m		0,001	ISO 6245
Point d'éclair	°C	10		ISO 2719
Acidité, calculée sous forme d'acide acétique	% m/m	—	0,0025	ISO 1388-2
Indice de neutralisation (acidité forte)	KOH/mg/l	—	1	
Couleur	Selon l'échelle	—	10	ASTM D 1209
Résidu sec à 100 °C	mg/kg		15	ISO 759
Teneur en eau	% m/m		6,5	ISO 760
Aldéhydes, calculés sous forme d'acide acétique	% m/m		0,0025	ISO 1388-4
Teneur en soufre	mg/kg	—	10	ASTM D 5453
Esters, calculés sous forme d'éther acétique	% m/m	—	0,1	ASTM D 1617

1	Un additif améliorant l'indice de cétane, conforme aux spécifications du constructeur du moteur, peut être ajouté à l'éthanol. La quantité maximale autorisée est de 10 % m/m.
2	Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des « valeurs vraies ». Lors de l'établissement des valeurs limites, on a appliqué les termes de la norme ISO 4259 <i>Produits pétroliers - Détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai</i> et, lors de la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; lors de la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est égale à 4R (R: reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons statistiques, le fabricant d'un carburant devra néanmoins viser la valeur zéro lorsque le maximum stipulé est de 2R et la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.
3	Des méthodes ISO équivalentes seront adoptées dès leur publication pour l'ensemble des propriétés indiquées ci-dessus.

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe ,
pt 10

2. GAZ NATUREL (GN)

Les carburants du marché européen sont disponibles en deux gammes:

- la gamme H, dont les carburants de référence extrême sont les carburants G_R et G_{23} ,
- la gamme L, dont les carburants de référence extrême sont les carburants G_{23} et G_{25} .

Les caractéristiques des carburants de référence G_R , G_{23} et G_{25} sont récapitulées ci-après:

Carburant de référence G_R

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		87	84	89	
Éthane		13	11	15	
Bilan (*)	% mole	—	—	1	ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m ³ (**)	—	—	10	ISO 6326-5

(*) Inertes +C₂₊.

(**) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

Carburant de référence G_{23}

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		92,5	91,5	93,5	
Bilan (*)	% mole	—	—	1	ISO 6974
N ₂		7,5	6,5	8,5	
Teneur en soufre	mg/m ³ (* *)	—	—	10	ISO 6326-5

(*) Inertes (autres que N₂) + C₂ + C₂₊.

(**) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

Carburant de référence G₂₅

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane		86	84	88	
Bilan (*)	% mole	—	—	1	ISO 6974
N ₂		14	12	16	
Teneur en soufre	mg/m ³ (**)	—	—	10	ISO 6326-5

(*) Inertes (autres que N₂) + C₂ + C₂₊.

(**) Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

3. GAZ DE PÉTROLE LIQUÉFIÉ (GPL)

Paramètre	Unité	Limites pour le carburant A		Limites pour le carburant B		Méthode d'essai
		Minimale	Maximale	Minimale	Maximale	
Indice d'octane moteur		92,5 ¹		92,5		EN 589 Annexe B
Composition :						

Teneur en C3	% vol	48	52	83	87	
Teneur en C4	% vol	48	52	13	17	ISO 7941
Oléfines	% vol		12		14	
Résidu d'évaporation	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Teneur totale en soufre	ppm (poids) ¹		50		50	EN 24260
Sulfure d'hydrogène	—		Néant		Néant	ISO 8819
Corrosion à lame de cuivre	Évaluation		Classe 1		Classe 1	ISO 6251 ²
Eau à 0 °C			Sans		Sans	contrôle visuel

¹ Valeur à déterminer dans des conditions normalisées [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].

² Il se peut que cette méthode ne détermine pas avec précision la présence de matières corrosives si l'échantillon contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres substances chimiques qui diminuent la corrosivité de l'échantillon sur la lame de cuivre. Par conséquent, il est interdit d'ajouter des composés de cette nature dans le seul but de biaiser la méthode d'essai.

ANNEXE V

SYSTÈMES D'ANALYSE ET DE PRÉLÈVEMENT

1. DÉTERMINATION DES ÉMISSIONS DE GAZ POLLUANTS

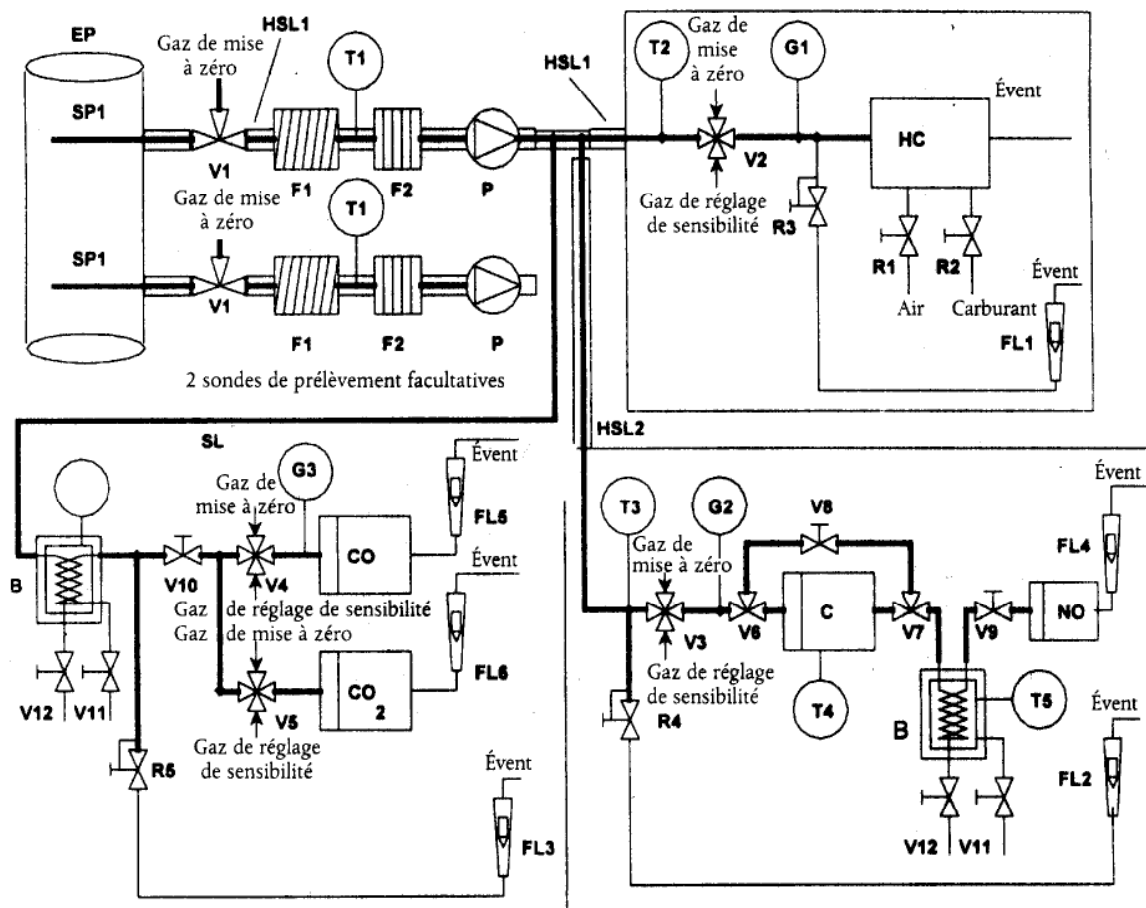
1.1. Introduction

Le point 1.2 et les figures 7 et 8 contiennent des descriptions détaillées des systèmes de prélèvement et d'analyse recommandés. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte aux figures 7 et 8 n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs, peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion repose sur une bonne appréciation technique.

Figure 7

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement bruts pour le CO, le CO₂, les NO_x et les HC

(Essai ESC uniquement)



1.2. Description du système d'analyse

On trouvera ci-après la description d'un système d'analyse destiné à la détermination des émissions de gaz contenus dans les gaz d'échappement bruts (figure 7, essai ESC uniquement) ou dilués (figure 8, essais ETC et ESC) et fondé sur l'utilisation:

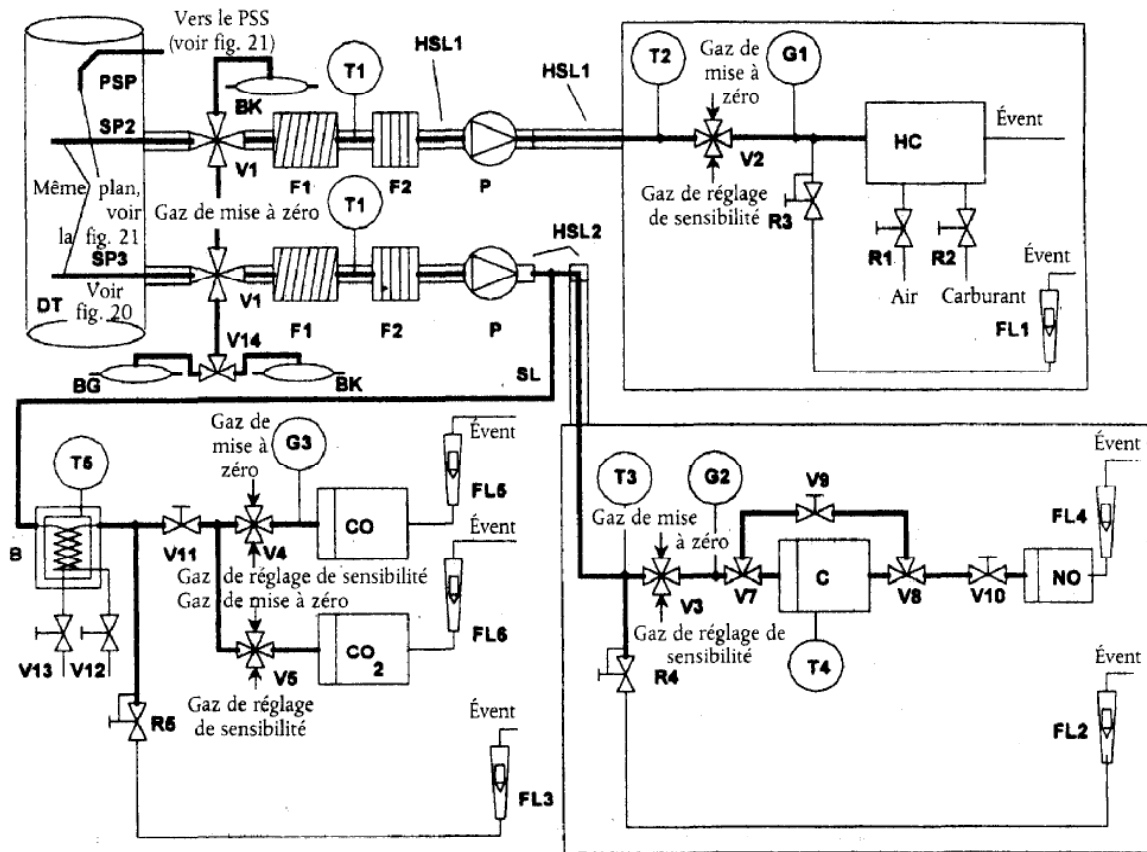
- d'un analyseur HFID pour la mesure des hydrocarbures,
- d'un analyseur NDIR pour la mesure du monoxyde et du dioxyde de carbone,
- d'un analyseur HCLD ou d'un analyseur équivalent pour la mesure des oxydes d'azote.

L'échantillon de tous les éléments constitutifs peut être prélevé à l'aide d'une sonde ou deux sondes de prélèvement installées à proximité immédiate l'une de l'autre et réparties au niveau interne vers les différents analyseurs. Il convient de veiller à éviter la condensation d'éléments constitutifs des gaz d'échappement (y compris l'eau et l'acide sulfurique) en tout point du système d'analyse.

Figure 8

Schéma du système d'analyse des gaz d'échappement dilués pour le CO, le CO₂, les NO_x et les HC

(Essai ETC, essai ESC en option)



1.2.1. Éléments des figures 7 et 8

EP Tuyau d'échappement

SP1 Sonde de prélèvement de gaz d'échappement (figure 7 uniquement)

Il est recommandé d'utiliser une sonde droite en acier inoxydable pourvue de plusieurs trous et fermée au bout. Son diamètre intérieur n'est pas supérieur à celui de la conduite de prélèvement. Son épaisseur de paroi n'excède pas 1 mm. 3 trous minimum sont pratiqués dans 3 plans radiaux différents dimensionnés pour prélever approximativement le même débit. La sonde doit s'étendre sur 80 % au moins du diamètre du tuyau d'échappement. Une ou deux sondes de prélèvement peuvent être utilisées.

Sonde de prélèvement de HC dans des gaz d'échappement dilués (figure 8 uniquement)

La sonde doit:

- être définie comme la première portion de 254 mm à 762 mm de la conduite de prélèvement chauffée HSL1;
- posséder un diamètre intérieur minimal de 5 mm;
- être installée dans le tunnel de dilution DT (voir le point 2.3, figure 20) en un emplacement caractérisé par un excellent mélange de l'air de dilution et des gaz

d'échappement (c'est-à-dire à environ 10 diamètres de tunnel en aval du point d'entrée des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution);

- être à une distance (radiale) suffisante d'autres sondes et de la paroi du tunnel afin de ne pas être influencée par des sillages ou des tourbillons;
- être chauffée afin de porter la température du flux de gaz à $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) à la sortie de la sonde.

SP3 Sonde de prélèvement de CO, de CO₂ et de NO_x dans les gaz d'échappement dilués (figure 8 uniquement)

La sonde doit:

- se situer dans le même plan que la sonde SP2,
- être à une distance (radiale) suffisante d'autres sondes et de la paroi du tunnel afin de ne pas être influencée par des sillages ou des tourbillons;
- être chauffée et isolée sur toute sa longueur jusqu'à une température minimale de 328 K (55 °C) afin d'éviter la condensation d'eau.

HSL1 Conduite de prélèvement chauffée

La conduite de prélèvement fournit, à partir d'une sonde isolée, un échantillon de gaz au(x) point(s) de division et à l'analyseur de HC.

La conduite de prélèvement doit:

- posséder un diamètre intérieur de 5 mm au minimum et de $13,5\text{ mm}$ au maximum,
- être en acier inoxydable ou en PTFE,
- maintenir la paroi à une température de $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) mesurée à chaque section chauffée contrôlée individuellement, si la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde de prélèvement est égale ou inférieure à 463 K (190 °C);
- maintenir la paroi à une température supérieure à 453 K (180 °C), si la température des gaz d'échappement au niveau de la sonde de prélèvement est supérieure à 463 K (190 °C);
- maintenir les gaz à une température de $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) juste avant le filtre chauffé F2 et l'analyseur HFID.

HSL2 Conduite de prélèvement de NO_x chauffée

La conduite de prélèvement doit:

- maintenir la paroi à une température de 328 K à 473 K (55 °C à 200 °C), jusqu'au convertisseur C en présence d'un bain de refroidissement B et jusqu'à l'analyseur en l'absence d'un bain de refroidissement B;

– être en acier inoxydable ou en PTFE.

SL Ligne de prélèvement de CO et de CO₂

La conduite est en PTFE ou en acier inoxydable. Elle peut être chauffée ou non.

BK Sac à air de dilution (option; figure 8 uniquement)

Pour le prélèvement des concentrations de l'air de dilution.

BG Sac de prélèvement (option; figure 8 uniquement pour le CO et le CO₂)

Pour le prélèvement des concentrations de l'échantillon.

F1 Préfiltre chauffé (option)

Il doit être maintenu à la même température que HSL1.

F2 Filtre chauffé

Le filtre extrait toutes les particules solides des gaz prélevés avant l'analyseur. Il doit être maintenu à la même température que HSL1. Il doit être remplacé chaque fois que cela est nécessaire.

P Pompe de prélèvement chauffée

La pompe doit être chauffée à la même température que HSL1.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme chauffé (HFID) utilisé pour la mesure des hydrocarbures. Il doit être maintenu à une température de 453 K à 473 K (180 °C à 200 °C).

CO, CO₂

Analyseurs NDIR pour la mesure du monoxyde et du dioxyde de carbone (facultatif pour la détermination du taux de dilution dans le cas d'une mesure des PT).

NO

Analyseur CLD ou HCLD pour la mesure des oxydes d'azote. Si un analyseur HCLD est utilisé, il doit être maintenu à une température de 328 K à 473 K (55 °C à 200 °C).

C Convertisseur

Un convertisseur est utilisé pour procéder à la réduction catalytique de NO₂ en NO avant une analyse dans le CLD ou le HCLD.

B Bain de refroidissement (option)

Pour le refroidissement et la condensation de l'eau contenue dans les gaz d'échappement prélevés. Le bain doit être maintenu à une température de 273 K à

277 K (0 °C à 4 °C) par de la glace ou un système de refroidissement. Il est facultatif si l'analyseur n'est pas perturbé par des vapeurs d'eau (voir l'annexe III, appendice 5, points 1.9.1 et 1.9.2). Si l'eau est éliminée par condensation, la température des gaz prélevés ou le point de rosée doit être surveillé soit dans le piège à eau, soit en aval. La température des gaz prélevés ou le point de rosée ne doit pas dépasser 280 K (7 °C). Des sècheurs chimiques ne peuvent pas être utilisés pour éliminer l'eau de l'échantillon.

T1, T2, T3 Capteurs de température

Pour la surveillance de la température du flux de gaz.

T4 Capteur de température

Pour la surveillance de la température du convertisseur NO₂ — NO.

T5 Capteur de température

Pour la surveillance de la température du bain de refroidissement.

G1, G2, G3 Manomètres

Pour la mesure de la pression dans les conduites de prélèvement.

R1, R2 Régulateurs de pression

Pour le contrôle de la température de l'air et du carburant pour le HFID.

R3, R4, R5 Régulateurs de pression

Pour le contrôle de la pression dans les conduites de prélèvement et du débit vers les analyseurs.

FL1, FL2, FL3 Débitmètres

Pour la surveillance du débit dérivé de l'échantillon.

FL4 à FL6 Débitmètres (option)

Pour la surveillance du débit à travers les analyseurs.

V1 à V5 Robinets sélecteurs

Robinets permettant d'envoyer au choix les gaz d'échappement prélevés, le gaz de réglage de sensibilité et d'un gaz de mise à zéro dans les analyseurs.

V6, V7 Robinets électromagnétiques

Pour le contournement du convertisseur NO₂ — NO.

V8 Robinet à pointeau

Pour le réglage du débit à travers le convertisseur NO₂ — NO C et de la dérivation.

V9, V10 Robinets à pointeau

Pour le réglage des débits vers les analyseurs.

V11, V12 Robinets de purge (option)

Pour la vidange du condensat du bain B.

1.3. Analyse des NMHC (moteurs à essence fonctionnant au gaz naturel uniquement)

1.3.1. Méthode de chromatographie en phase gazeuse (CG, figure 9)

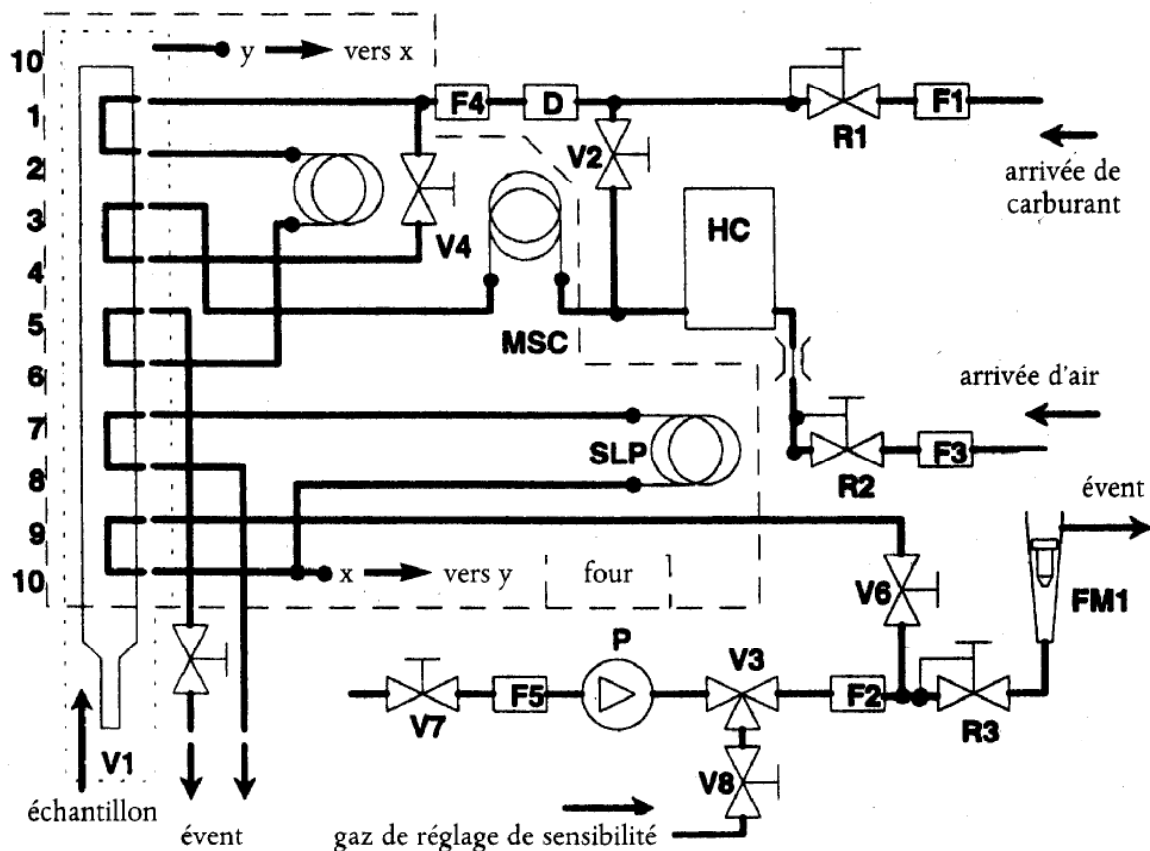
Lorsque la méthode CG est appliquée, un faible volume mesuré d'échantillon est injecté sur une colonne d'analyse au travers de laquelle il est balayé par un gaz porteur inerte. La colonne sépare les divers éléments constitutifs selon leurs points d'ébullition afin qu'ils éluent de la colonne à des moments différents. Ils traversent ensuite un détecteur qui envoie un signal électrique en fonction de leur concentration. Cette technique d'analyse n'étant pas continue, elle peut uniquement être combinée à la méthode de prélèvement en sacs qui est décrite à l'annexe III, appendice 4, point 3.4.2.

Pour des NMHC, il convient d'opter pour un CG automatique équipé d'un FID. Les gaz d'échappement sont prélevés dans un sac dont une partie seulement est prélevée et injectée dans le CG. L'échantillon est séparé en deux parties ($\text{CH}_4/\text{air}/\text{CO}$ et $\text{NMHC}/\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$) sur la colonne de Porapak. La colonne avec tamis moléculaire sépare le CH_4 de l'air et du CO avant de l'envoyer dans le FID où sa concentration est mesurée. Un cycle complet (temps écoulé entre l'injection de deux échantillons) peut être accompli en 30 s. Pour déterminer les NMHC, la concentration de CH_4 est soustraite de la concentration totale de HC (voir l'annexe III, appendice 2, point 4.3.1).

La figure 9 illustre un chromatographe en phase gazeuse caractéristique monté pour une mesure de routine du CH_4 . D'autres méthodes CG peuvent également être appliquées en se fondant sur une bonne appréciation technique.

Figure 9

Schéma d'analyse du méthane (méthode CG)



Éléments de la figure 9

PC Colonne de Porapak

Utiliser une colonne de Porapak N, 180/300 μm (maille de 50/80), longueur de 610 mm \times diamètre intérieur de 2,16 mm, et la conditionner, avant la première utilisation, pendant au moins 12 heures à 423 K (150 °C) avec un gaz porteur.

MSC Colonne avec tamis moléculaire

Utiliser une colonne du type 13X, 250/350 μm (maille de 45/60), longueur de 1 220 mm \times diamètre intérieur de 2,16 mm, et la conditionner, avant la première utilisation, pendant au moins 12 heures à 423 K (150 °C) avec un gaz porteur.

OV Four

Pour le maintien des colonnes et des robinets à une température stable adaptée au fonctionnement des analyseurs et pour le conditionnement des colonnes à 423 K (150 °C).

SLP Boucle de prélèvement

Une longueur suffisante de tubage en acier inoxydable pour obtenir un volume approximatif de 1 cm^3 .

P Pompe

Pour l'acheminement de l'échantillon vers le chromatographe à gaz.

D Sécheur

Un sécheur contenant un tamis moléculaire sert à éliminer l'eau et d'autres contaminants qui sont éventuellement présents dans le gaz porteur.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme (FID) pour mesurer la concentration de méthane.

V1 Robinet d'injection de l'échantillon

Pour l'injection de l'échantillon prélevé dans le sac de prélèvement via le SL de la figure 8. Il doit posséder un faible volume mort, être étanche aux gaz et pouvoir être chauffé à 423 K (150 °C).

V3 Robinet sélecteur

Pour la sélection du gaz de réglage de sensibilité et de l'échantillon ou la fermeture du débit.

V2, V4, V5, V6, V7, V8 Robinets à pointeau

Pour le réglage du débit dans le système.

R1, R2, R3 Régulateurs de pression

Pour le contrôle des débits du carburant (= gaz porteur), de l'échantillon et de l'air.

FC Capillaire

Pour le contrôle du débit d'air vers le FID.

G1, G2, G3 Manomètres

Pour le contrôle des débits du carburant (= gaz porteur), de l'échantillon et de l'air.

F1, F2, F3, F4, F5 Filtres

Filtres en métal fritté pour éviter l'infiltration de grosses particules dans la pompe ou l'instrument.

FL 1

Pour la mesure du débit dérivé de l'échantillon.

1.3.2. Méthode du séparateur de méthane (NMC, figure 10)

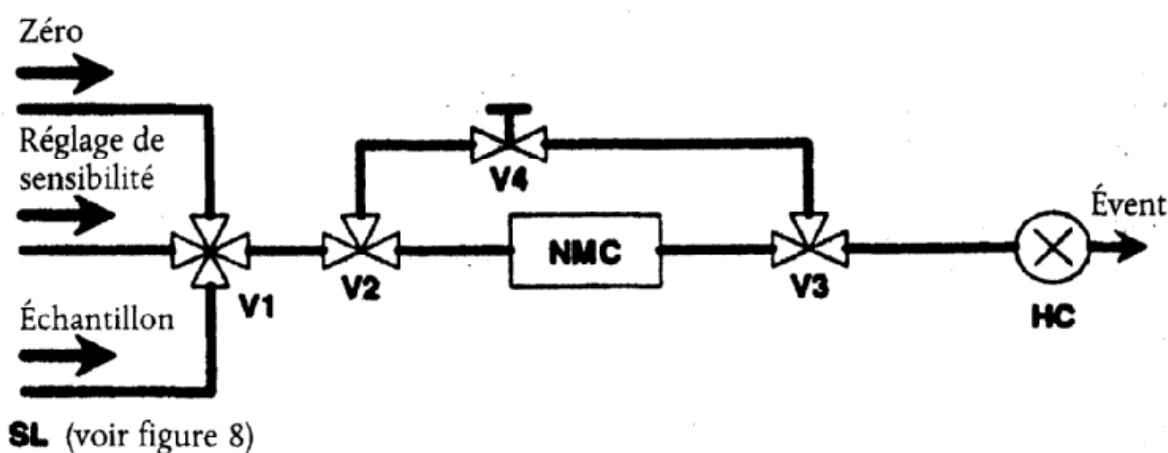
À l'exception du CH₄, le séparateur oxyde tous les hydrocarbures en CO₂ et en H₂O afin que, lors du passage de l'échantillon dans le NMC, seul le CH₄ soit détecté par le FID. Lors d'un prélèvement en sacs, un système de dérivation de débit est installé en SL (voir le point 1.2, figure 8) pour que le débit puisse aisément traverser ou contourner le séparateur conformément à la partie supérieure de la figure 10. Pour la mesure de NMHC, les deux valeurs (HC et CH₄) sont observées sur le FID et enregistrées. Si la méthode d'intégration est appliquée, un NMC en ligne équipé d'un

second FID est installé dans HSL1 en parallèle avec le FID normal (voir le point 1.2, figure 8) conformément à la partie inférieure de la figure 10. Pour la mesure de NMHC, les valeurs des deux FID (HC et CH₄) sont observées et enregistrées.

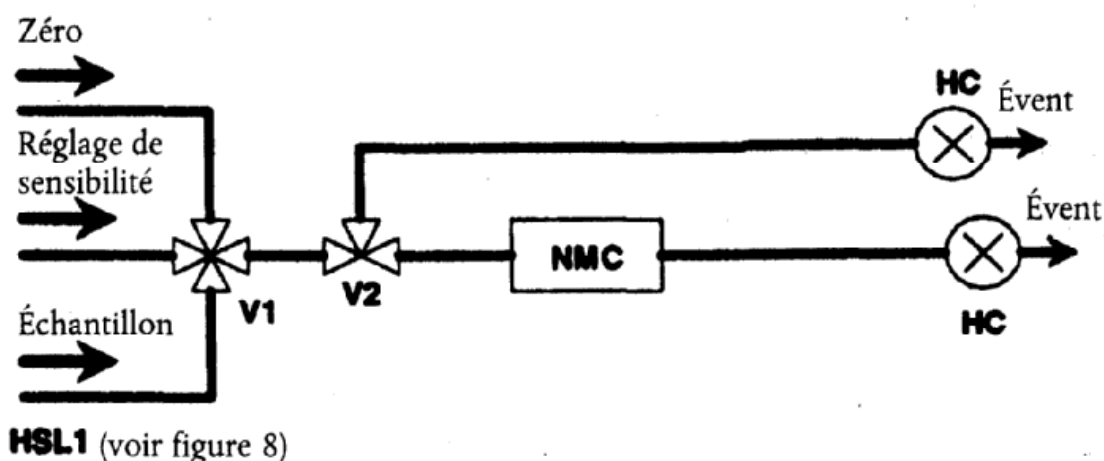
Le séparateur est caractérisé à une température égale ou supérieure à 600 K (327 °C) avant de tester son effet catalyseur sur le CH₄ et le C₂H₆ à des valeurs de H₂O représentatives des conditions d'écoulement des gaz d'échappement. Le point de rosée et le niveau d'O₂ du flux de gaz d'échappement prélevés doivent être connus. La réponse relative du FID au CH₄ doit être enregistrée (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.8.2).

Figure 10

Schéma d'analyse du méthane avec le séparateur de méthane (NMC)



Méthode de prélèvement en sacs



Méthode d'intégration

Éléments de la figure 10

NMC Séparateur de méthane

Pour l'oxydation de tous les hydrocarbures, à l'exception du méthane.

HC

Détecteur d'ionisation de flamme chauffé (HFID) pour mesurer les concentrations de HC et de CH₄. Il doit être maintenu à une température de 453 K à 473 K (180 °C à 200 °C).

V1 Robinet sélecteur

Pour la sélection de l'échantillon, du gaz de mise à zéro et du gaz de réglage de sensibilité. V1 est identique à V2 dans la figure 8.

V2, V3 Robinets électromagnétiques

Pour le contournement du NMC.

V4 Robinet à pointeau

Pour le réglage du débit à travers le NMC et la dérivation.

R1 Régulateur de pression

Pour le contrôle de la pression dans la conduite de prélèvement et du débit vers le HFID. R1 est identique à R3 dans la figure 8.

FL1 Débitmètre

Pour la mesure du débit dérivé de l'échantillon. FL1 est identique à FL1 dans la figure 8.

2. DILUTION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT ET DÉTERMINATION DES PARTICULES

2.1. Introduction

Les points 2.2, 2.3 et 2.4 ainsi que les figures 11 à 22 contiennent des descriptions détaillées des systèmes recommandés de dilution et de prélèvement. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte à ces figures n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs, peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion se fonde sur une bonne appréciation technique.

2.2. Système de dilution en dérivation

Les figures 11 à 19 décrivent un système de dilution fondé sur la dilution d'une partie du flux de gaz d'échappement. Différents types de systèmes de dilution peuvent assurer la division du flux des gaz d'échappement et le processus ultérieur de dilution. Afin de faciliter la collecte ultérieure des particules, la totalité ou une partie des gaz d'échappement dilués est envoyée vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figure 21). La première méthode est appelée *type de prélèvement total* et la seconde *type d'échantillonnage fractionné*.

Le calcul du taux de dilution dépend du type de système utilisé. Les types suivants sont recommandés:

Systèmes isocinétiques (figures 11 et 12)

Avec ces systèmes, le débit qui pénètre dans le tube de transfert est adapté à la vitesse et/ou pression des gaz du flux global des gaz d'échappement; par conséquent, le flux de gaz d'échappement ne doit pas être perturbé et doit être uniforme au niveau de la sonde de prélèvement, ce qui est en général obtenu en plaçant, en amont du point de prélèvement, un résonateur et un tube d'alimentation droit. Le rapport de division est ensuite calculé à partir de valeurs aisément mesurables telles que les diamètres des tubes. Il convient de relever que l'isocinétique sert uniquement à adapter les conditions d'écoulement et non la composition granulométrique. Celle-ci n'est en général pas nécessaire, car les particules sont suffisamment petites pour suivre les courants naturels du fluide.

Systèmes à régulation de débit avec mesure des concentrations (figures 13 à 17)

Avec ces systèmes, un échantillon est prélevé dans le flux global des gaz d'échappement en réglant le débit d'air de dilution et le débit total des gaz d'échappement dilués. Le taux de dilution est déterminé à partir des concentrations de gaz traceurs tels que le CO₂ ou les NO_x, présents naturellement dans les gaz d'échappement d'un moteur. Les concentrations dans les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution sont mesurées tandis que la concentration dans les gaz d'échappement bruts peut être mesurée directement ou déterminée à partir du débit de carburant et de l'équation du bilan carbone si la composition du carburant est connue. Les systèmes peuvent être contrôlés grâce au taux de dilution calculé (figures 13 et 14) ou au débit vers le tube de transfert (figures 12, 13 et 14).

Systèmes à régulation de débit avec mesure de débit (figures 18 et 19)

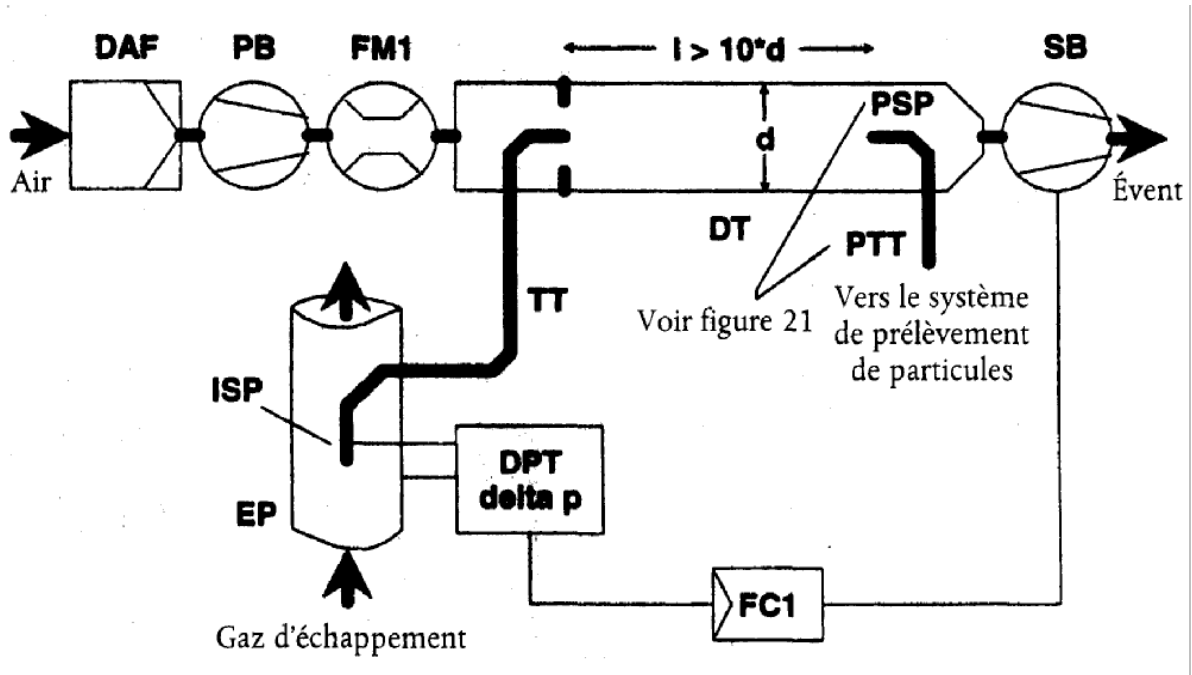
Avec ces systèmes, un échantillon est prélevé dans le flux global des gaz d'échappement en réglant le flux d'air de dilution et le flux total des gaz d'échappement dilués. Le taux de dilution est calculé à partir de la différence entre les deux débits. Il s'impose d'étalonner précisément les débitmètres les uns par rapport aux autres, car la grandeur relative des deux débits peut engendrer des erreurs considérables à des taux de dilution élevés (de 15 et plus). Le débit est régulé de manière très directe en maintenant les gaz d'échappement dilués à un débit constant et en modifiant, le cas échéant, le débit d'air de dilution.

Lorsque des systèmes de dilution en dérivation sont employés, il faut veiller à éviter les problèmes potentiels posés, d'une part, par la perte de particules dans le tube de

transfert afin de garantir le prélèvement d'un échantillon représentatif des gaz d'échappement du moteur et, d'autre part, par la détermination du rapport de division. Les systèmes décrits accordent une attention particulière à ces zones critiques.

Figure 11

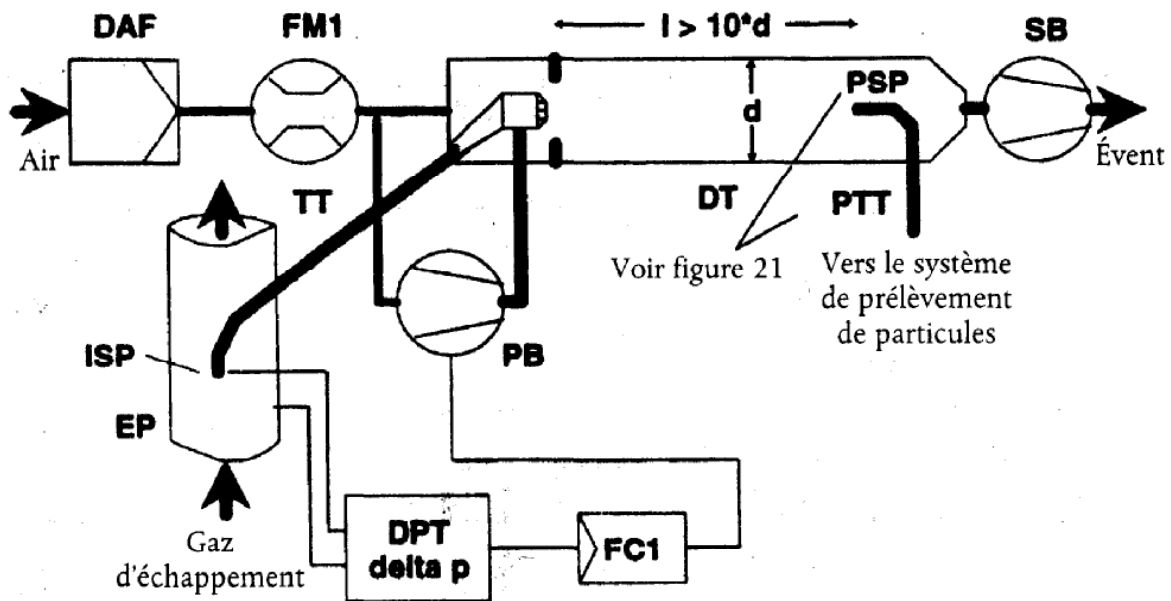
Système de dilution en dérivation avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (régulation SB)



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT via la sonde de prélèvement isocinétique ISP. La pression différentielle des gaz d'échappement entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur de pression DPT. Ce signal est transmis au régulateur de débit FC1 qui commande le ventilateur aspirant SB afin de maintenir une pression différentielle de zéro à la pointe de la sonde. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement en EP et ISP sont identiques et le débit qui traverse ISP et TT est une fraction constante (division) du débit de gaz d'échappement. Le rapport de division est déterminé à partir des sections d'EP et d'ISP. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1. Le taux de dilution est calculé à partir du débit d'air de dilution et du rapport de division.

Figure 12

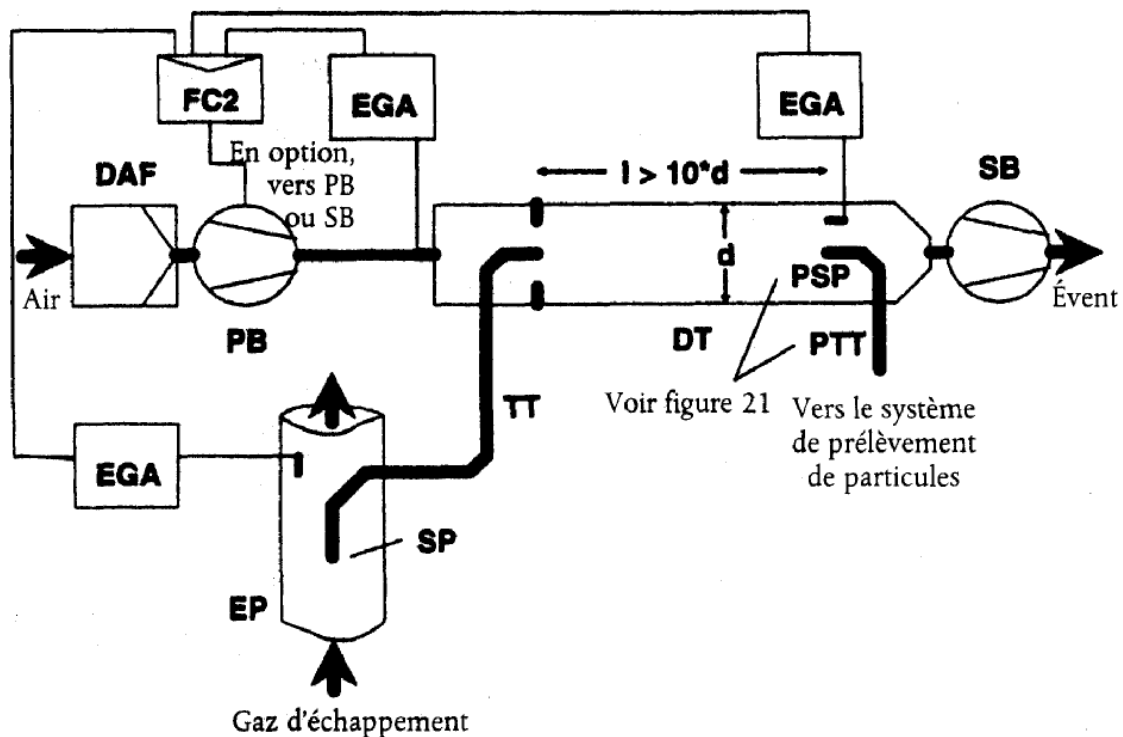
Système de dilution en dérivation avec sonde isocinétique et échantillonnage fractionné (régulation PB)



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT via la sonde de prélèvement isocinétique ISP. La pression différentielle des gaz d'échappement entre le tuyau d'échappement et l'entrée de la sonde est mesurée avec le transducteur de pression DPT. Ce signal est transmis au régulateur de débit FC1 qui commande le ventilateur soufflant PB afin de maintenir une pression différentielle de zéro à la pointe de la sonde. À cette fin, une faible fraction de l'air de dilution dont le débit a déjà été mesuré à l'aide du débitmètre FM1 est prélevée et envoyée vers le TT par un organe déprimogène pneumatique. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement en EP et ISP sont identiques et le débit qui traverse ISP et TT est une fraction constante (division) du débit de gaz d'échappement. Le rapport de division est déterminé à partir des sections d'EP et d'ISP. L'air de dilution est aspiré au travers de DT par le ventilateur aspirant SB et le débit est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 à l'entrée de DT. Le taux de dilution est calculé à partir du débit d'air de dilution et du rapport de division.

Figure 13

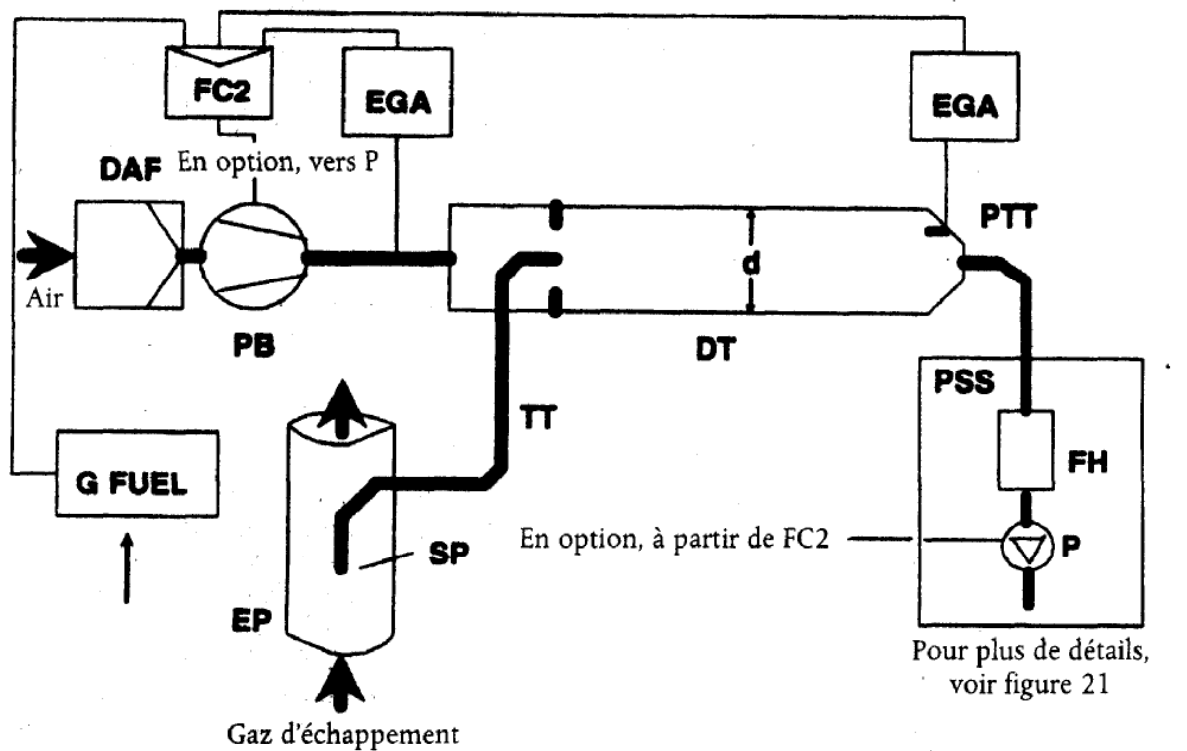
Systeme de dilution en dérivation avec mesure de la concentration de CO₂ ou de NO_x et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Les concentrations d'un gaz traceur (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts et dilués ainsi que dans l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Ces signaux sont transmis au régulateur de débit FC2 qui contrôle le ventilateur soufflant PB ou le ventilateur aspirant SB afin de maintenir la division des gaz d'échappement et le taux de dilution désirés dans DT. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution.

Figure 14

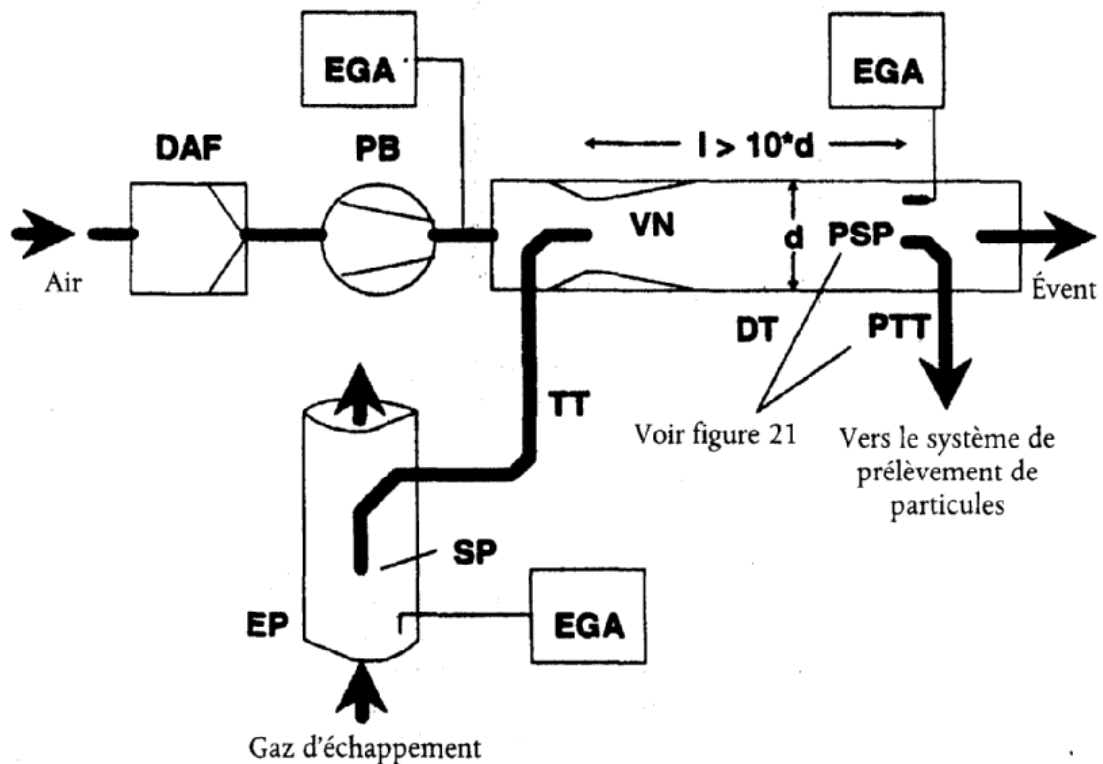
Système de dilution en dérivation avec mesure de la concentration de CO_2 , bilan carbone et échantillonnage total



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Les concentrations de CO_2 sont mesurées dans les gaz d'échappement dilués et dans l'air de dilution à l'aide du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Les signaux du CO_2 et du débit de carburant G_{FUEL} sont transmis au régulateur de débit FC2 ou au régulateur de débit FC3 du système de prélèvement de particules (voir la figure 21). FC2 contrôle le ventilateur soufflant PB et FC3 la pompe de prélèvement P (voir la figure 21), réglant ainsi les débits entrants et sortants du système pour maintenir la division des gaz d'échappement et le taux de dilution désirés dans DT. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de CO_2 et de G_{FUEL} en se fondant sur l'hypothèse du bilan carbone.

Figure 15

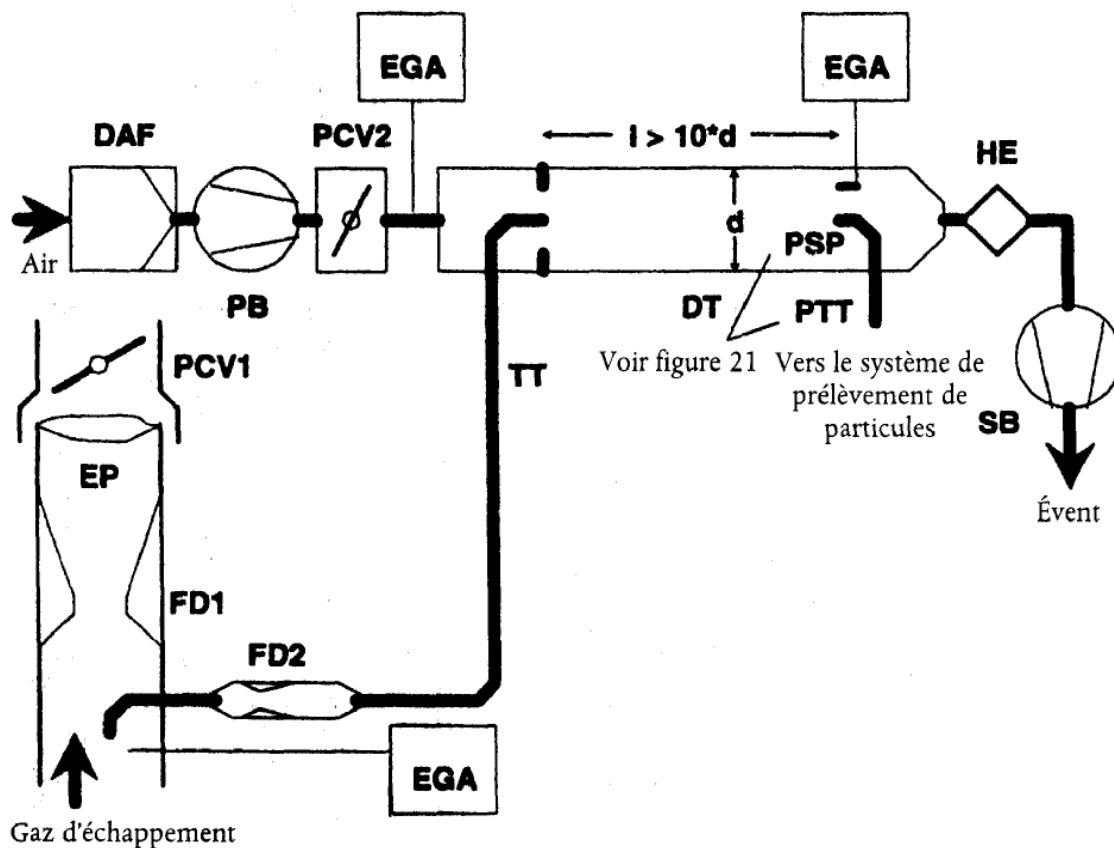
Système de dilution en dérivation avec venturi simple, mesure des concentrations et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT en raison de la pression négative créée par le venturi VN dans DT. Le débit de gaz qui traverse TT dépend de l'échange d'énergie cinétique dans la zone du venturi et est dès lors influencé par la température absolue des gaz à la sortie du TT. Par conséquent, la division des gaz d'échappement pour un débit donné dans le tunnel n'est pas constante et le taux de dilution à faible charge est légèrement inférieur à celui obtenu à charge élevée. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA; par ailleurs, le taux de dilution est calculé à partir des valeurs ainsi mesurées.

Figure 16

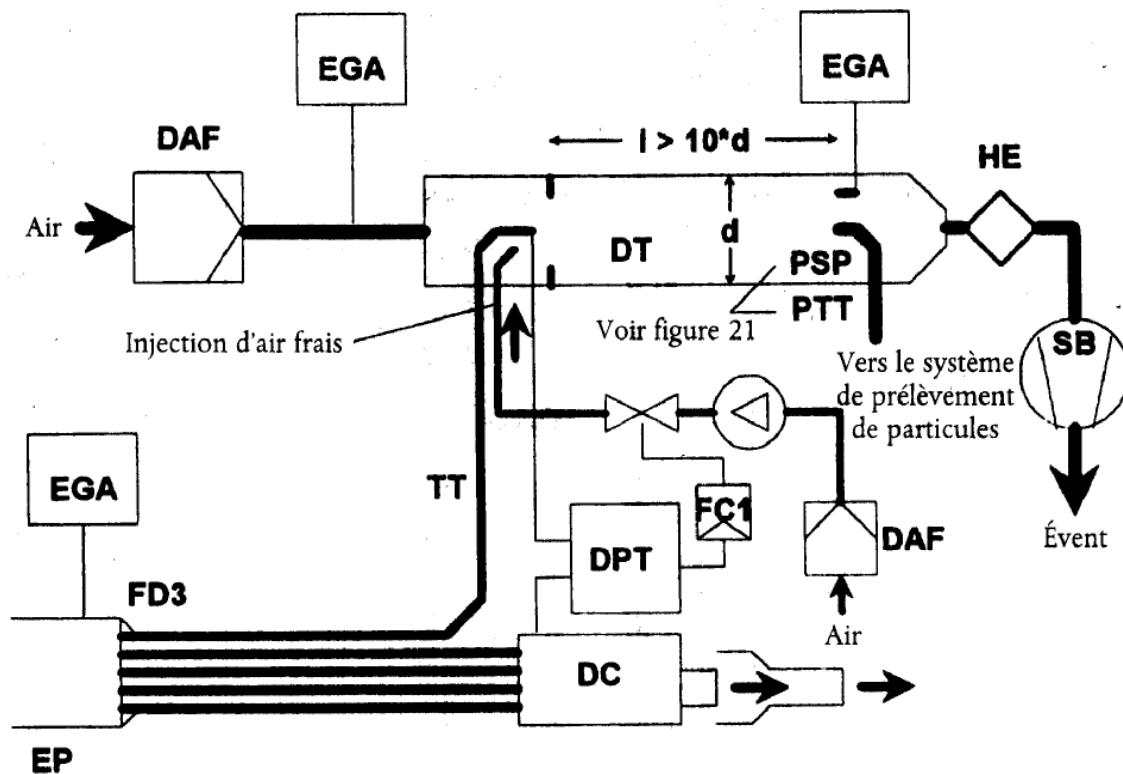
Systeme de dilution en dérivation avec double venturi ou double organe déprimogène, mesure de la concentration et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT, via un diviseur de débit qui contient une série d'organes déprimogènes ou de venturis. Le premier (FD1) est placé dans EP et le second (FD2) dans TT. En outre, deux régulateurs de pression (PCV1 et PCV2) sont requis pour maintenir une division constante des gaz d'échappement en contrôlant la contre-pression dans EP et la pression dans DT. PCV1 est installé en aval de SP dans EP et PCV2 entre le ventilateur soufflant PB et DT. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen du ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Elles sont nécessaires pour vérifier la division des gaz d'échappement et peuvent servir à régler PCV1 et PCV2 pour un contrôle précis de la division. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs.

Figure 17

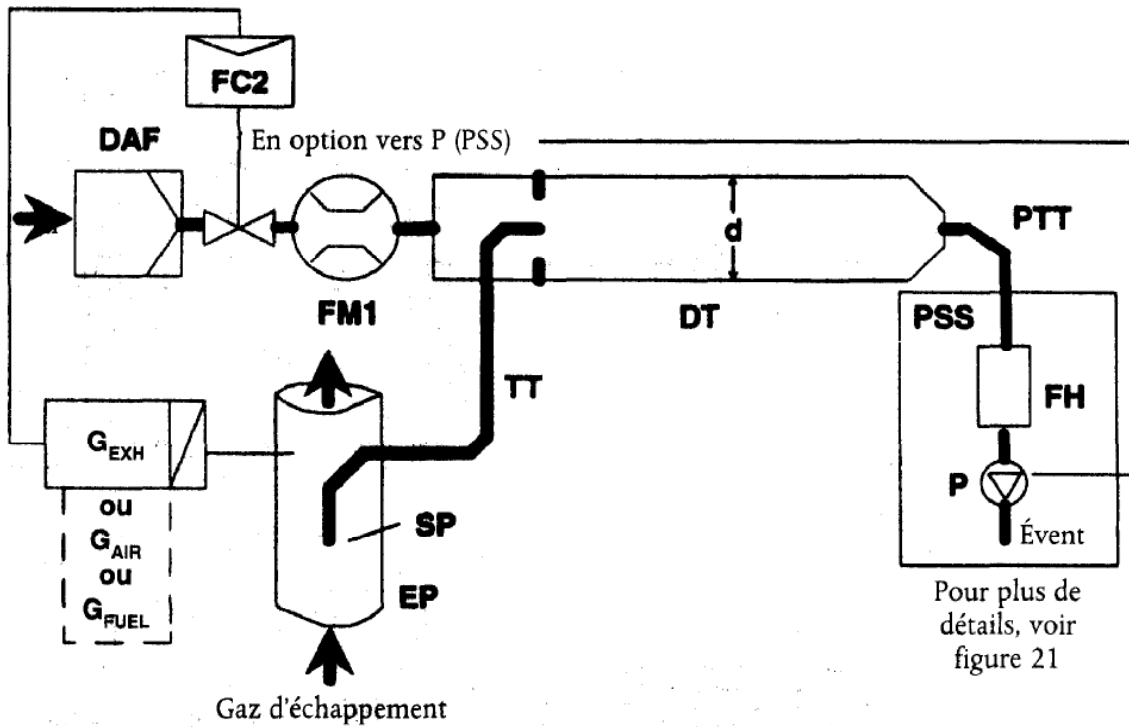
Système de dilution en dérivation avec diviseur à tubes multiples, mesure de la concentration et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par le tube de transfert TT, via le diviseur de débit FD3 composé de plusieurs tubes de mêmes dimensions (diamètre, longueur et rayon de courbure identiques) installés dans EP. Les gaz d'échappement qui passent par un de ces tubes sont amenés dans DT et les gaz d'échappement qui passent par les autres tubes traversent le réservoir tampon DC. Par conséquent, la division des gaz d'échappement dépend du nombre total de tubes. Un contrôle constant de la division impose d'observer une pression différentielle de zéro entre DC et la sortie de TT, mesurée à l'aide du transducteur de pression différentielle DPT. On obtient une pression différentielle de zéro en injectant de l'air frais dans DT à la sortie de TT. Les concentrations de gaz traceurs (CO_2 ou NO_x) sont mesurées dans les gaz d'échappement bruts, les gaz d'échappement dilués et l'air de dilution au moyen de ou des analyseurs de gaz d'échappement EGA. Elles sont nécessaires pour vérifier la division des gaz d'échappement et peuvent servir à régler le débit d'air d'injection pour un contrôle précis de la division. Le taux de dilution est calculé à partir des concentrations de gaz traceurs.

Figure 18

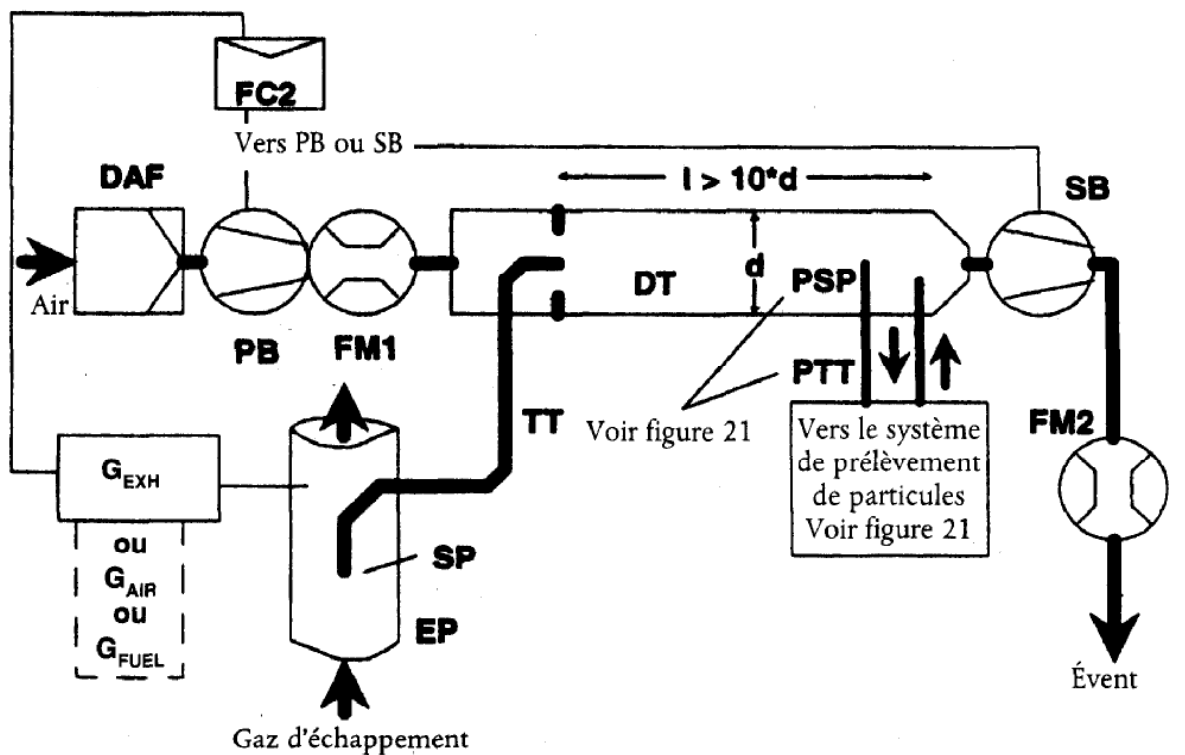
Système de dilution en dérivation avec régulation de débit et échantillonnage total



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. Le débit total dans le tunnel est réglé à l'aide du régulateur de débit FC3 et de la pompe de prélèvement P du système de prélèvement de particules (voir la figure 18). Pour atteindre la division désirée de l'air d'échappement, le débit d'air de dilution est contrôlé par le régulateur de débit FC2 qui peut utiliser G_{EXHW} , G_{AIRW} ou G_{FUEL} comme signaux de commande. Le débit de l'échantillon qui pénètre dans DT est la différence entre le débit total et le débit d'air de dilution. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 et le débit total à l'aide du débitmètre FM3 du système de prélèvement de particules (voir la figure 21). Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits.

Figure 19

Système de dilution en dérivation avec régulation de débit et échantillonnage fractionné



Les gaz d'échappement bruts sont transférés du tuyau d'échappement EP vers le tunnel de dilution DT par la sonde de prélèvement SP et le tube de transfert TT. La division des gaz d'échappement et le débit qui pénètre dans DT sont contrôlés par le régulateur de débit FC2 qui règle en conséquence les débits (ou vitesses) du ventilateur soufflant PB et du ventilateur aspirant SB, ce qui est rendu possible par le fait que l'échantillon prélevé avec le système de prélèvement de particules est ramené dans DT. G_{EXHW} , G_{AIRW} ou G_{FUEL} peuvent être utilisés comme signaux de commande pour FC2. Le débit d'air de dilution est mesuré à l'aide du débitmètre FM1 et le débit total à l'aide du débitmètre FM2. Le taux de dilution est calculé à partir de ces deux débits.

2.2.1. Éléments des figures 11 à 19

EP Tuyau d'échappement

Le tuyau d'échappement peut être isolé. Afin de réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, il est recommandé de choisir un rapport épaisseur-diamètre maximal de 0,015. L'utilisation de parties flexibles doit être limitée à un rapport longueur-diamètre maximal de 12. Il convient de minimiser les courbures pour réduire les dépôts par inertie. Si le système est équipé d'un silencieux propre au moyen d'essai, celui-ci peut aussi être isolé.

Pour un système isocinétique, le tuyau d'échappement doit être dépourvu de coudes, courbes et changements brusques de diamètre sur au moins 6 diamètres du tuyau en amont et 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde. La vitesse des gaz dans la zone de prélèvement doit être supérieure à 10 m/s, sauf en mode «ralenti». Les variations de pression des gaz d'échappement ne doivent pas excéder ± 500 Pa en moyenne. Toute mesure de réduction des variations de pression en dehors de l'utilisation d'un système de gaz d'échappement monté sur châssis (silencieux et

dispositif de post-traitement compris) ne doit ni altérer les performances du moteur ni provoquer le dépôt des particules.

Pour des systèmes dépourvus de sonde isocinétique, il est recommandé d'opter pour un tuyau droit de 6 diamètres du tuyau en amont et de 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde.

SP Sonde de prélèvement (figures 10, 14, 15, 16, 18 et 19)

Le diamètre intérieur minimal doit être de 4 mm. Le rapport de diamètre minimal du diamètre du tuyau d'échappement au diamètre de la sonde doit être égal à 4. La sonde doit être un tube ouvert dirigé vers l'amont sur la ligne médiane du tuyau d'échappement ou une sonde à plusieurs trous telle que celle décrite sous SP1 au point 1.2.1, figure 5.

ISP Sonde de prélèvement isocinétique (figures 11 et 12)

Lors de l'installation, la sonde de prélèvement isocinétique doit être dirigée vers l'amont sur la ligne médiane du tuyau d'échappement, en un point où les conditions de débit reprises sous EP sont respectées; elle doit être conçue de manière à fournir un échantillon proportionnel des gaz d'échappement bruts. Le diamètre intérieur minimal doit être de 12 mm.

Un système de contrôle est nécessaire pour réaliser une division isocinétique des gaz d'échappement en maintenant une pression différentielle de zéro entre EP et ISP. Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement dans EP et ISP sont identiques et le débit massique au travers d'ISP est une fraction constante du débit de gaz d'échappement. ISP doit être raccordée à un transducteur de pression différentielle DPT. Le régulateur de pression FC1 sert à commander une pression différentielle de zéro entre EP et ISP.

FD1, FD2 Répartiteurs de débit (figure 16)

Une série de venturis ou d'organes déprimogènes est installée dans le tuyau d'échappement EP et le tube de transfert TT pour fournir un échantillon représentatif de gaz d'échappement bruts. Un système de contrôle comportant deux régulateurs de pression PCV1 et PCV2 est requis pour assurer une division proportionnelle par un contrôle des pressions dans EP et DT.

FD3 Diviseurs de débit (figure 17)

Une série de tubes (unité à tubes multiples) est installée dans le tuyau d'échappement EP afin de fournir un échantillon proportionnel des gaz d'échappement bruts. Un des tubes amène les gaz d'échappement dans le tunnel de dilution DT tandis que les autres tubes les extraient vers un autre réservoir tampon DC. Les tubes doivent posséder les mêmes dimensions (diamètre, longueur et rayon de courbure identiques) de sorte que la division des gaz d'échappement soit fonction du nombre total de tubes. Un système de contrôle est requis pour assurer une division proportionnelle en maintenant une pression différentielle de zéro entre la sortie de l'unité à tubes multiples vers DC et la sortie de TT.

Dans ces conditions, les vitesses des gaz d'échappement dans EP et FD3 sont proportionnelles et le débit dans TT est une fraction constante du débit des gaz

d'échappement. Les deux points doivent être raccordés à un transducteur de pression différentielle DPT. Le régulateur de pression FC1 sert à commander une pression différentielle de zéro.

EGA Analyseur de gaz d'échappement (figures 13, 14, 15, 16 et 17)

Les analyseurs de CO₂ ou de NO_x peuvent être utilisés (avec méthode du bilan carbone, seulement CO₂). Les analyseurs doivent être étalonnés comme les analyseurs destinés à la mesure des émissions de gaz. Un ou plusieurs analyseurs peuvent être employés pour déterminer les différences de concentration. La précision des systèmes de mesure doit être telle que la précision de G_{EDFW,i} se situe à ± 4 %.

TT Tube de transfert (figures 11 à 19)

Le tube de transfert doit:

- être aussi court que possible, mais d'une longueur maximale de 5 m,
- être d'un diamètre égal ou supérieur au diamètre de la sonde, sans toutefois dépasser 25 mm,
- sortir le long de la ligne médiane du tunnel de dilution et être orienté vers l'aval.

Si la longueur du tube est égale ou inférieure à 1 mètre, il doit être isolé avec un matériau possédant une conductivité thermique maximale de 0,05 W/m*K et une épaisseur d'isolation radiale qui correspond au diamètre de la sonde. Si la longueur du tube est supérieure à 1 mètre, il doit être isolé et chauffé jusqu'à une température de paroi minimale de 523 K (250 °C).

DPT Transducteur de pression différentielle (figures 11, 12 et 17)

Le transducteur de pression différentielle doit présenter une plage de ± 500 Pa ou moins.

FCI Régulateur de débit (figures 11, 12 et 17)

Pour des systèmes *isocinétiques* (figures 11 et 12), un régulateur de débit est nécessaire pour maintenir une pression différentielle de zéro entre EP et ISP. Il peut être réglé comme suit:

- a) par une régulation de la vitesse ou du débit du ventilateur aspirant SB et un maintien du ventilateur soufflant PB à une vitesse ou un débit constant durant chaque mode (figure 11)

ou

- b) par un réglage du ventilateur aspirant SB sur un débit massique constant des gaz d'échappement dilués et une régulation du débit du ventilateur soufflant PB et, partant, du débit des gaz d'échappement prélevés dans une région située à l'extrémité du tube de transfert TT (figure 12).

Dans le cas d'un système à pression contrôlée, l'erreur résiduelle dans la boucle de commande ne doit pas excéder ± 3 Pa. Les variations de pression dans le tunnel de dilution ne doivent pas dépasser ± 250 Pa en moyenne.

Dans le cas d'un *système à tubes multiples* (figure 17), un régulateur de débit est nécessaire afin d'assurer une division proportionnelle des gaz d'échappement en vue du maintien d'une pression différentielle de zéro entre la sortie de l'unité à tubes multiples et la sortie de TT. Le réglage est exécuté en contrôlant le débit d'air d'injection dans DT à la sortie de TT.

PCV1, PCV2 Régulateurs de pression (figure 16)

Deux régulateurs de pression sont nécessaires pour le *système à venturi double/organe* déprimogène *double* afin d'assurer une division proportionnelle du débit par un contrôle de la contre-pression d'EP et de la pression dans DT. Les régulateurs sont placés dans EP en aval de SP et entre PB et DT.

DC Réservoir tampon (figure 17)

Un réservoir tampon est installé à la sortie de l'unité à tubes multiples afin de minimiser les *variations* de pression dans le tuyau d'échappement EP.

VN Venturi (figure 15)

Un venturi est installé dans le tunnel de dilution DT afin de créer une pression négative dans la région de la sortie du tube de transfert TT. Le débit de gaz qui traverse TT est déterminé par l'échange d'énergie cinétique dans la zone du venturi et est fondamentalement proportionnel au débit du ventilateur soufflant PB qui engendre un taux de dilution constant. Comme l'échange d'énergie cinétique est influencé par la température régnant à la sortie de TT et la pression différentielle entre EP et DT, le taux de dilution effectif à faible charge est légèrement inférieur à celui présent à charge élevée.

FC2 Régulateur de débit (figures 13, 14, 18 et 19; option)

Un régulateur de débit peut servir à contrôler le débit du ventilateur soufflant PB et/ou du ventilateur aspirant SB. Il peut être raccordé aux signaux des gaz d'échappement, de l'air d'admission ou du débit de carburant et/ou aux signaux différentiels de CO₂ ou de NO_x.

En présence d'une alimentation en air sous pression (figure 18), FC2 régule directement le débit d'air.

FM1 Débitmètre (figures 11, 12, 18 et 19)

Compteur de gaz ou autre instrument utilisé pour mesurer le débit d'air de dilution. FM1 est facultatif si le ventilateur soufflant SB est étalonné pour mesurer le débit.

FM2 Débitmètre (figure 19)

Compteur de gaz ou autre instrument utilisé pour mesurer le débit de gaz d'échappement dilués. FM2 est facultatif si le ventilateur aspirant SB est étalonné pour mesurer le débit.

PB Ventilateur soufflant (figures 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 19)

PB peut être raccordé aux régulateurs de débit FC1 ou FC2 pour contrôler le débit d'air de dilution. Il n'est pas nécessaire en présence d'une vanne à papillon. Il peut servir à mesurer le débit d'air de dilution s'il a été étalonné.

SB Ventilateur aspirant (figures 11, 12, 13, 16, 17 et 19)

Pour des systèmes de prélèvement fractionné uniquement. SB peut servir à mesurer le débit de gaz d'échappement dilués s'il a été étalonné.

DAF Filtre à air de dilution (figures 11 à 19)

Il est recommandé de filtrer l'air de dilution et de le passer au charbon actif pour éliminer les hydrocarbures présents dans l'air de dilution. À la demande du constructeur du moteur, l'air de dilution est prélevé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les niveaux de particules dans l'air de dilution qui peuvent ensuite être soustraits des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

DT Tunnel de dilution (figures 11 à 19)

Le tunnel de dilution doit:

- posséder une longueur suffisante pour provoquer un mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution dans des conditions d'écoulement turbulent
- être en acier inoxydable:
 - d'un rapport épaisseur/diamètre maximal de 0,025 pour des tunnels de dilution possédant des diamètres intérieurs supérieurs à 75 mm
 - d'une épaisseur nominale minimale de 1,5 mm pour des tunnels de dilution possédant des diamètres intérieurs inférieurs ou égaux à 75 mm
- posséder un diamètre minimal de 75 mm pour le type de prélèvement fractionné;
- posséder un diamètre minimal recommandé de 25 mm pour le type de prélèvement total;
- pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution;
- pouvoir être isolé.

Les gaz d'échappement du moteur doivent être parfaitement mélangés avec l'air de dilution. Dans le cas de systèmes d'échantillonnage fractionné, la qualité du mélange doit être vérifiée, après la mise en service, en réalisant un profil CO₂ du tunnel lorsque le moteur tourne (au moins quatre points de mesure équidistants). Si nécessaire, un orifice de mélange peut être utilisé.

Remarque: si la température ambiante à proximité du tunnel de dilution (DT) est inférieure à 293 K (20 °C), il faut prendre les précautions nécessaires afin d'éviter les pertes de particules sur les parois froides du tunnel de dilution. Il est dès lors recommandé de chauffer et/ou d'isoler le tunnel dans les limites prescrites ci-dessus.

À des charges élevées du moteur, le tunnel peut être refroidi par un dispositif non agressif tel qu'un ventilateur de circulation tant que la température du liquide de refroidissement n'est pas inférieure à 293 K (20 °C).

HE Échangeur thermique (figures 16 et 17)

L'échangeur thermique doit posséder une capacité suffisante pour maintenir la température à l'entrée du ventilateur aspirant SB à moins de ± 11 K de la température de service observée durant l'essai.

2.3. Système de dilution en circuit principal

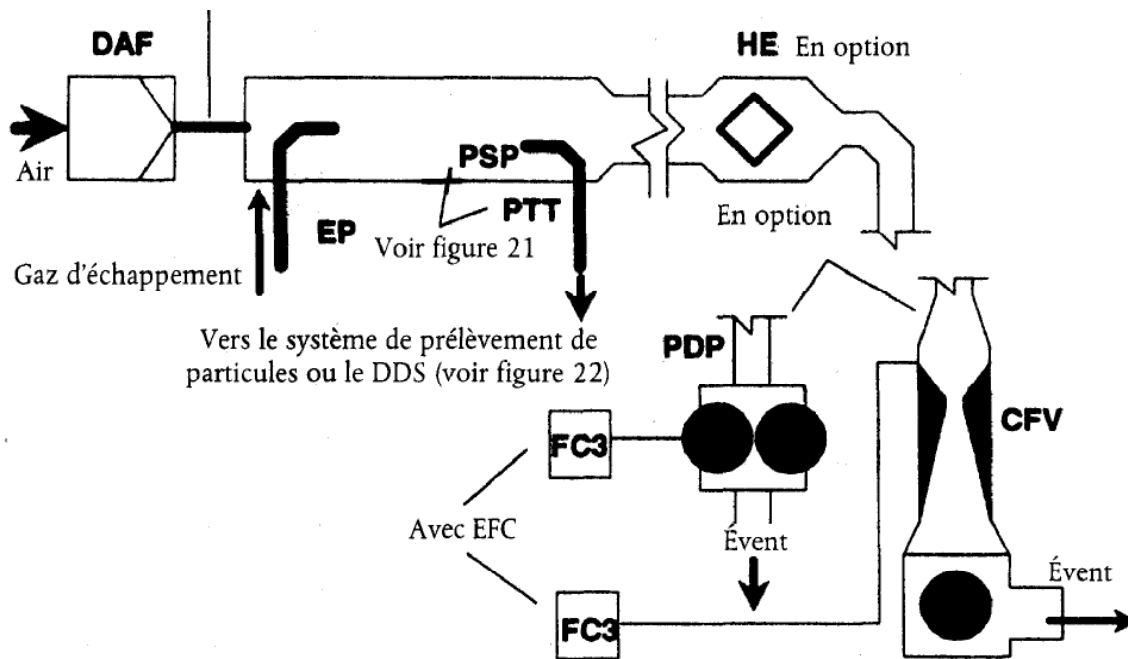
La figure 20 décrit un système de dilution qui repose sur la dilution des gaz d'échappement à l'aide du concept CVS (échantillonnage à volume constant). Le volume total du mélange de gaz d'échappement et d'air de dilution doit être mesuré à l'aide d'une PDP ou d'un système CFV.

En vue de la collecte ultérieure des particules, un échantillon de gaz d'échappement dilués est envoyé vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figures 21 et 22). Si cette opération est directe, elle est appelée *dilution simple*. Si l'échantillon est de nouveau dilué dans le tunnel de dilution secondaire, elle est appelée *dilution double*. Cette méthode est utile si la température prescrite à la section d'entrée du filtre ne peut pas être atteinte avec une dilution simple. Bien qu'étant en partie un système de dilution, le système de dilution double est décrit au point 2.4, figure 22, comme une modification d'un système de prélèvement de particules, car la plupart de ses éléments sont identiques à ceux d'un système caractéristique de prélèvement de particules.

Figure 20

Système de dilution en circuit principal

Vers le filtre de l'air de dilution



La quantité totale de gaz d'échappement bruts est mélangée dans le tunnel de dilution DT avec l'air de dilution. Le débit de gaz d'échappement dilués est mesuré à l'aide d'une pompe volumétrique PDP ou d'un venturi à écoulement critique CFV. Un échangeur thermique HE ou une compensation électronique du débit EFC peut servir au prélèvement proportionnel des particules et à la mesure du débit. Comme la mesure de la masse de particules repose sur le débit total de gaz d'échappement dilués, le taux de dilution ne doit pas être calculé.

2.3.1. *Éléments de la figure 20*

EP Tuyau d'échappement

La longueur du tuyau d'échappement entre la sortie du collecteur d'échappement du moteur, la sortie du turbocompresseur ou le dispositif de post-traitement et le tunnel de dilution ne peut être supérieure à 10 m. Si la longueur du tuyau d'échappement en aval du collecteur d'échappement du moteur, de la sortie du turbocompresseur ou du dispositif de post-traitement dépasse 4 m, toute la tuyauterie au-delà de 4 m doit être isolée, à l'exception d'un éventuel opacimètre en ligne. L'épaisseur radiale de l'isolation doit être d'au moins 25 mm. La conductivité thermique du matériau isolant ne peut présenter une valeur supérieure à 0,1 W/mK mesurée à 673 K. Afin de réduire l'inertie thermique du tuyau d'échappement, un rapport épaisseur-diamètre maximal de 0,015 est recommandé. L'utilisation de sections flexibles doit être limitée à un rapport longueur-diamètre maximal de 12.

Pompe volumétrique

La PDP totalise le débit total des gaz d'échappement dilués à partir du nombre de tours de la pompe et du débit de la pompe. La contre-pression du système d'échappement ne doit pas être abaissée artificiellement par la pompe volumétrique ou le système d'admission de l'air de dilution. La contre-pression statique à l'échappement qui est mesurée avec le système PDP en fonctionnement doit rester à

$\pm 1,5$ kPa de la pression statique mesurée sans raccord au système PDP, pour un régime et une charge identiques du moteur. La température du mélange de gaz juste avant la pompe volumétrique doit se situer à ± 6 K de la température moyenne de fonctionnement observée durant l'essai, lorsqu'aucune compensation du débit n'est exécutée. La compensation du débit ne peut être utilisée que si la température à l'entrée de la PDP ne dépasse pas 323 K (50 °C).

CFV Venturi à écoulement critique

Le CFV mesure le débit total de gaz d'échappement dilués en maintenant le débit aux conditions de saturation (écoulement critique). La contre-pression statique à l'échappement qui est mesurée avec le système CFV en fonctionnement doit rester à $\pm 1,5$ kPa de la pression statique mesurée sans raccord au système CFV, pour un régime et une charge identiques du moteur. La température du mélange de gaz juste avant le CFV doit se situer à ± 11 K de la température moyenne de fonctionnement observée durant l'essai, lorsqu'aucune compensation du débit n'est exécutée.

HE Échangeur thermique (option, si l'EFC est utilisée)

L'échangeur thermique doit avoir une capacité suffisante pour maintenir la température dans les limites requises ci-dessus.

EFC Compensation électronique du débit (option, si l'HE est utilisé)

Si la température à l'entrée de la PDP ou du CFV n'est pas maintenue dans les limites indiquées ci-dessus, un système de compensation du débit est requis pour mesurer le débit en continu et contrôler le prélèvement proportionnel du système de prélèvement de particules. À cette fin, les signaux de débit mesurés en continu servent à corriger en conséquence le débit de l'échantillon au travers des filtres à particules du système de prélèvement de particules (voir le point 2.4, figures 21 et 22).

DT Tunnel de dilution

Le tunnel de dilution doit:

- posséder un diamètre suffisamment réduit pour engendrer un débit turbulent (nombre de Reynolds supérieur à 4 000) et une longueur suffisante pour assurer le mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution; un orifice de mélange peut être utilisé,
- posséder un diamètre de 460 mm au moins pour un système de dilution simple,
- posséder un diamètre de 210 mm au moins pour un système de dilution double,
- pouvoir être isolé.

Les gaz d'échappement du moteur doivent être dirigés vers l'aval au point où ils sont introduits dans le tunnel de dilution et mélangés complètement.

Dans le cas d'une *dilution simple*, un échantillon prélevé dans le tunnel de dilution est transféré vers le système de prélèvement de particules (point 2.4, figure 21). La capacité de débit de la PDP ou du CFV doit être suffisante pour maintenir les gaz

d'échappement dilués à une température maximale de 325 K (52 °C) juste avant le filtre à particules primaire.

Dans le cas d'une *dilution double*, un échantillon prélevé dans le tunnel de dilution est transféré vers le tunnel de dilution secondaire où il est soumis à une nouvelle dilution, puis envoyé au travers des filtres de prélèvement (point 2.4, figure 22). La capacité de débit de la PDP ou du CFV doit être suffisante pour maintenir le flux de gaz d'échappement dilués dans DT à une température maximale de 464 K (191 °C) dans la zone de prélèvement. Le système de dilution secondaire doit fournir une quantité suffisante d'air de dilution secondaire pour maintenir le flux de gaz d'échappement doublement dilué à une température maximale de 325 K (52 °C) juste avant le filtre à particules primaire.

DAF Filtre à air de dilution

Il est recommandé de filtrer l'air de dilution et de le passer au charbon actif pour éliminer les hydrocarbures présents dans l'air de dilution. À la demande du constructeur du moteur, l'air de dilution est prélevé conformément aux règles de l'art afin de déterminer les niveaux de particules dans l'air de dilution qui peuvent ensuite être soustraits des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués.

PSP Sonde de prélèvement de particules

La sonde est le principal élément du PTT et doit:

- être dirigée vers l'amont, en un point où l'air de dilution et les gaz d'échappement sont bien mélangés (c'est-à-dire sur la ligne médiane du tunnel de dilution (DT), approximativement 10 diamètres du tunnel en aval du point où les gaz d'échappement pénètrent dans le tunnel de dilution);
- présenter un diamètre intérieur minimal de 12 mm,
- pouvoir être chauffée à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution;
- pouvoir être isolée.

2.4. Système de prélèvement de particules

Le système de prélèvement de particules est nécessaire pour collecter les particules sur le filtre à particules. Dans le cas d'une *dilution en circuit principal à prélèvement total*, qui consiste à envoyer l'intégralité de l'échantillon de gaz d'échappement dilués au travers des filtres, le système de dilution (point 2.2, figures 14 et 18) et de prélèvement forme en général une unité intégrée. Dans le cas d'une *dilution en circuit principal ou en dérivation à échantillonnage fractionné*, qui consiste à n'envoyer au travers des filtres qu'une partie des gaz d'échappement dilués, les systèmes de dilution (point 2.2, figures 11, 12, 13, 15, 16, 17 et 19; point 2.3, figure 20) et de prélèvement sont en général des unités distinctes.

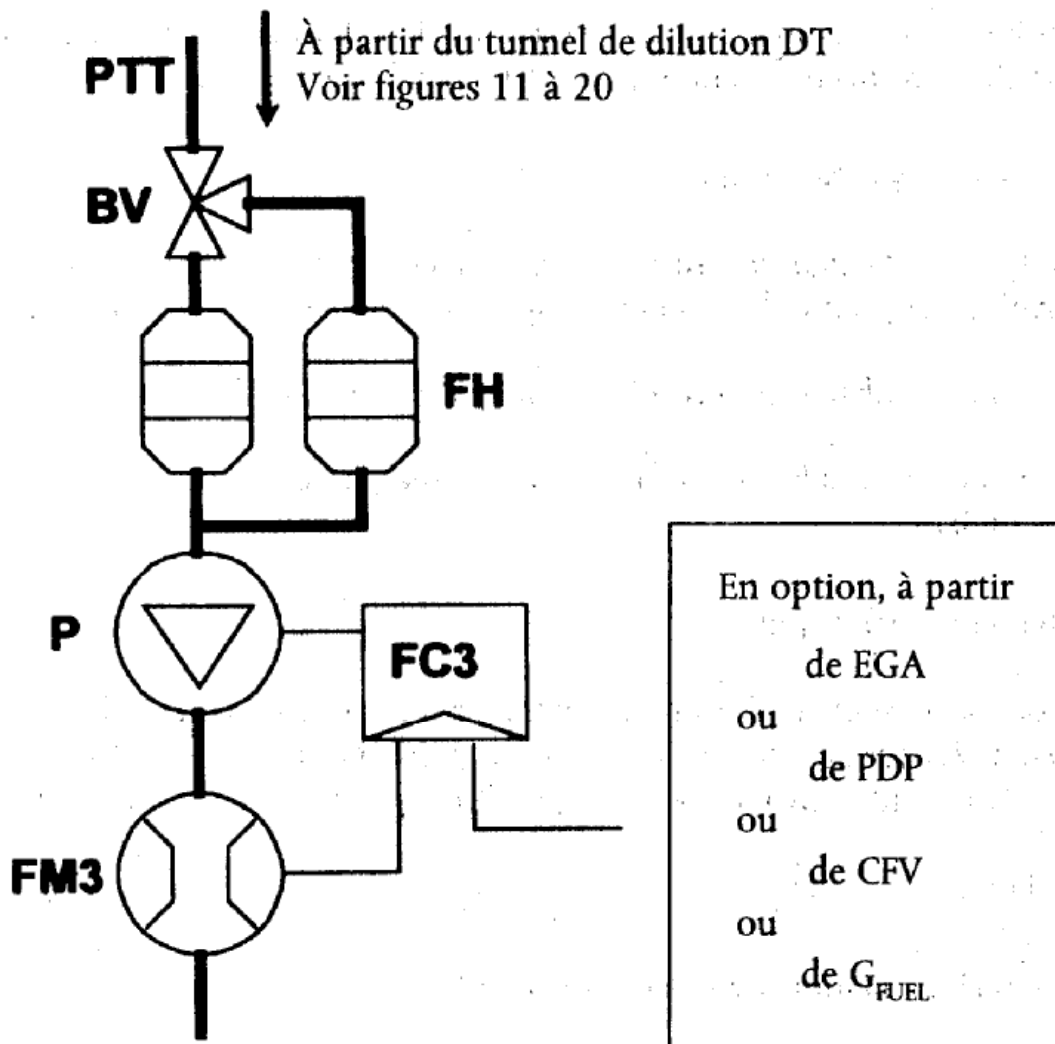
Dans la présente directive, le système de dilution double (figure 22) d'un système de dilution en circuit principal est assimilé à une modification spécifique d'un système

caractéristique de prélèvement de particules (voir la figure 21). Le système de dilution double englobe tous les éléments importants du système de prélèvement de particules, tels que les porte-filtres et la pompe de prélèvement, ainsi que certaines propriétés de dilution, telles que la fourniture d'air de dilution et un tunnel de dilution secondaire.

Pour éviter toute influence sur les boucles de commande, il est recommandé de faire fonctionner la pompe de prélèvement durant toute la procédure d'essai. Dans le cas de la méthode à filtre unique, un système de dérivation doit servir à envoyer l'échantillon au travers des filtres de prélèvement aux moments souhaités. Il convient de minimiser les interférences de la procédure de commutation sur les boucles de commande.

Figure 21

Système de prélèvement de particules

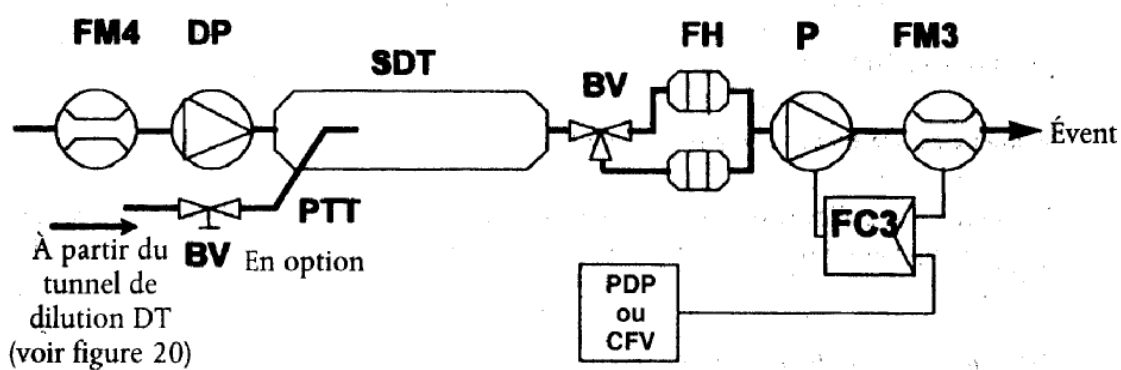


Un échantillon de gaz d'échappement dilués est prélevé dans le tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit principal ou en dérivation par la sonde de prélèvement de particules PSP et le tube de transfert de particules PTT, via la pompe

de prélèvement P. L'échantillon est envoyé au travers du ou des porte-filtres FH contenant les filtres de prélèvement de particules. Le débit de l'échantillon est contrôlé par le régulateur de débit FC3. En présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20), le débit de gaz d'échappement dilués sert de signal de commande pour FC3.

Figure 22

Système de dilution double (système en circuit principal uniquement)



Un échantillon de gaz d'échappement dilués est transféré, au travers de la sonde de prélèvement de particules PSP et du tube de transfert de particules PTT, du tunnel de dilution DT d'un système de dilution en circuit principal vers le tunnel de dilution secondaire SDT où il est soumis à une nouvelle dilution. L'échantillon est ensuite envoyé au travers du ou des porte-filtres FH qui contiennent les filtres de prélèvement de particules. Le débit d'air de dilution est en général constant et le débit de l'échantillon est contrôlé par le régulateur de débit FC3. En présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20), le débit total de gaz d'échappement dilués fait office de signal de commande pour FC3.

2.4.1. *Éléments des figures 21 et 22*

PTT Tube de transfert de particules (figures 21 et 22)

La longueur du tube de transfert de particules ne doit pas dépasser 1 020 mm et doit être minimisée autant que possible. Dans les cas appropriés (à savoir pour des systèmes de dilution en dérivation à échantillonnage fractionné et des systèmes de dilution en circuit principal), la longueur des sondes de prélèvement (respectivement SP, ISP, PSP; voir les points 2.2 et 2.3) doit être incluse.

Les cotes sont valables pour:

- le type de *dilution en dérivation à échantillonnage fractionné* et le système de *dilution simple en circuit principal*, de la pointe de la sonde (respectivement SP, ISP, PSP) au porte-filtre
- le type de *dilution en dérivation à prélèvement total*, de l'extrémité du tunnel de dilution au porte-filtre
- le système de *dilution double en circuit principal*, de la pointe de la sonde (PSP) au tunnel de dilution secondaire.

Le tube de transfert doit:

- pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution
- pouvoir être isolé.

SDT Tunnel de dilution secondaire (figure 22)

Le tunnel de dilution secondaire doit présenter un diamètre minimal de 75 mm et une longueur suffisante pour permettre un temps de séjour d'au moins 0,25 seconde de l'échantillon doublement dilué. Le porte-filtre primaire FH doit se situer à maximum 300 mm de la sortie du SDT.

Le tunnel de dilution secondaire doit:

- pouvoir être chauffé à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution
- pouvoir être isolé.

FH Porte-filtre(s) (figures 21 et 22)

Un logement de filtre ou des logements de filtre séparés peuvent être employés pour le filtre primaire et le filtre secondaire. Les conditions prescrites à l'annexe III, appendice 4, point 4.1.3 doivent être respectées.

Le ou les porte-filtres doivent:

- pouvoir être chauffés à une température de paroi maximale de 325 K (52 °C) par chauffage direct ou par préchauffage de l'air de dilution, à condition que la température de l'air ne dépasse pas 325 K (52 °C) avant l'introduction des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution;
- pouvoir être isolés.

P Pompe de prélèvement (figures 21 et 22)

La pompe de prélèvement de particules doit être installée à une distance suffisante du tunnel de sorte que la température d'entrée des gaz soit maintenue à un niveau constant (± 3 K) si le débit n'est pas corrigé par FC3.

DP Pompe à air de dilution (figure 22)

La pompe à air de dilution doit être installée de manière à fournir l'air de dilution secondaire à une température de 298 K \pm 5 K (25 °C \pm 5 °C) si l'air de dilution n'est pas préchauffé.

FC3 Régulateur de débit (figures 21 et 22)

Si aucun autre moyen n'est disponible, un régulateur de débit est utilisé pour compenser les variations de température et de contre-pression du débit de l'échantillon de particules sur le trajet de l'échantillon. Le régulateur de débit est requis en présence d'une compensation électronique du débit EFC (voir la figure 20).

FM3 Débitmètre (figures 21 et 22)

Le compteur de gaz ou l'instrument utilisé pour mesurer le débit de l'échantillon de particules doit être installé à une distance suffisante de la pompe de prélèvement P de manière que la température d'entrée des gaz soit maintenue à un niveau constant (± 3 K) si le débit n'est pas corrigé par FC3.

FM4 Débitmètre (figure 22)

Le compteur de gaz ou l'instrument utilisé pour mesurer le débit d'air de dilution doit être installé de sorte que la température d'entrée des gaz reste à un niveau constant de $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$).

BV Robinet à boule (option)

Le robinet à boule doit présenter un diamètre intérieur minimal égal à celui du tube de transfert de particules PTT et une durée de commutation inférieure à 0,5 seconde.

Remarque: si la température ambiante à proximité de PSP, PTT, SDT et FH est inférieure à 293 K (20 °C), il faut prendre les précautions nécessaires afin d'éviter les pertes de particules sur la paroi froide de ces éléments. Il est dès lors recommandé de chauffer et/ou d'isoler ces éléments dans les limites prescrites dans les descriptions correspondantes. Il est également recommandé de respecter une température minimale de 293 K (20 °C) à la section d'entrée du filtre durant le prélèvement.

À des charges élevées du moteur, les éléments ci-dessus peuvent être refroidis par un dispositif non agressif tel qu'un ventilateur de circulation tant que la température du liquide de refroidissement n'est pas inférieure à 293 K (20 °C).

3. DÉTERMINATION DES FUMÉES

3.1. Introduction

Les points 3.2 et 3.3 ainsi que les figures 23 et 24 contiennent des descriptions détaillées des opacimètres recommandés. Comme diverses configurations peuvent générer des résultats équivalents, une conformité exacte aux figures 23 et 24 n'est pas requise. Des éléments supplémentaires, tels que des instruments, des robinets, des solénoïdes, des pompes et des commutateurs, peuvent servir à fournir des informations complémentaires et à coordonner les fonctions des systèmes constitutifs. D'autres éléments qui ne sont pas nécessaires pour garantir la précision de certains systèmes peuvent être exclus si leur exclusion repose sur une bonne appréciation technique.

Le principe de mesure est le suivant: la lumière est transmise au travers d'une longueur spécifique de fumées à mesurer et la proportion de la lumière incidente qui atteint un récepteur sert à évaluer les propriétés d'opacité du milieu. La mesure des fumées dépend de la conception de l'appareillage et peut se dérouler dans le tuyau d'échappement (opacimètre en ligne à flux total) ou à l'extrémité du tuyau d'échappement (opacimètre en aval à flux total), voire prendre la forme d'un prélèvement d'échantillon dans le tuyau d'échappement (opacimètre à flux partiel). Le fabricant de l'instrument doit communiquer la base de mesure de l'instrument afin de pouvoir déterminer le coefficient d'absorption lumineuse à partir du signal d'opacité.

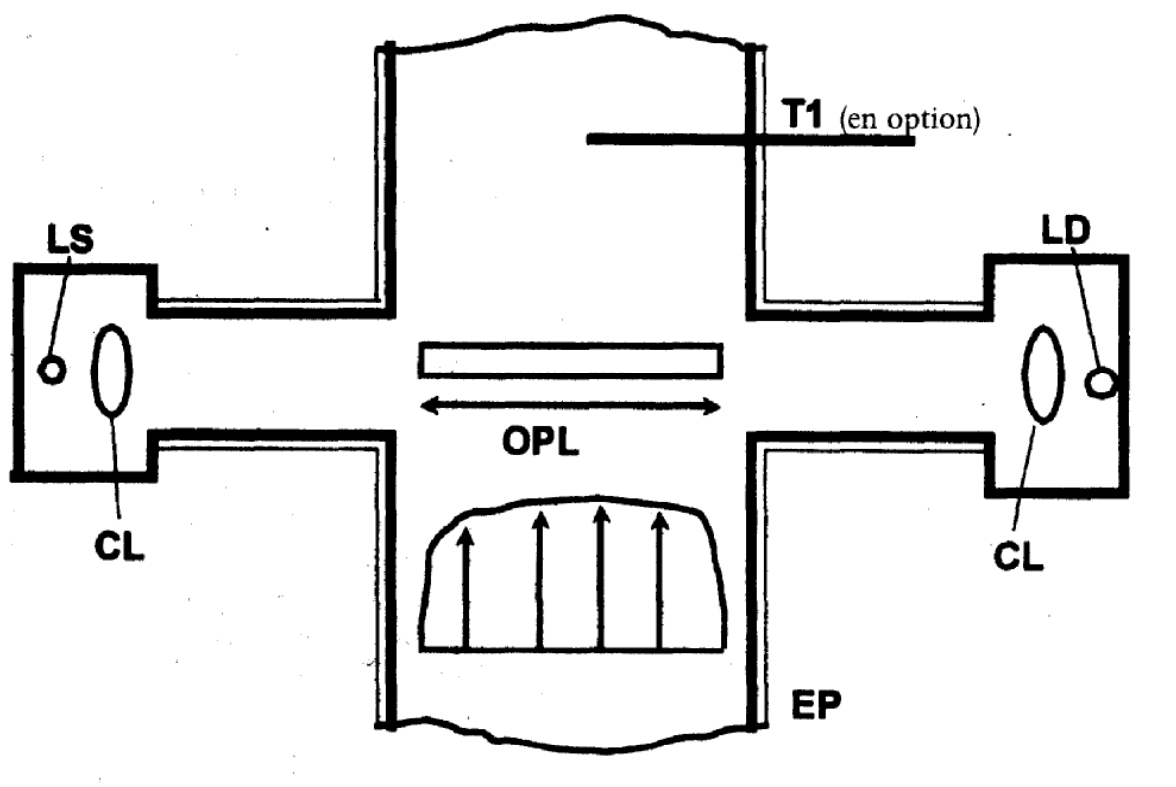
3.2. Opacimètre à flux total

Deux grands types d'opacimètres à flux total peuvent être utilisés (figure 23). Dans le cas de l'opacimètre en ligne, l'opacité de la totalité des gaz d'échappement dans le tuyau d'échappement est mesurée. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception de l'opacimètre.

Dans le cas de l'opacimètre en aval, l'opacité de la totalité des gaz d'échappement est mesurée à sa sortie du tuyau d'échappement. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception du tuyau d'échappement et de la distance entre son extrémité et l'opacimètre.

Figure 23

Opacimètre à flux total



3.2.1. *Éléments de la figure 23*

EP Tuyau d'échappement

Avec un opacimètre en ligne, le diamètre du tuyau d'échappement ne varie pas dans les 3 diamètres du tuyau d'échappement situés en amont ou en aval de la zone de mesure. Si le diamètre de la zone de mesure est supérieur au diamètre du tuyau d'échappement, il est recommandé d'utiliser un tuyau progressivement convergent avant la zone de mesure.

Avec un opacimètre en aval, la portion terminale de 0,6 m du tuyau d'échappement doit posséder une section circulaire et être dépourvue de coudes et de courbes. L'extrémité du tuyau d'échappement doit être coupée à l'équerre. L'opacimètre doit être monté au centre de la totalité des gaz d'échappement à moins de 25 ± 5 mm de l'extrémité du tuyau d'échappement.

OPL Base de mesure

Longueur du trajet optique opaque qui se situe entre la source lumineuse de l'opacimètre et le récepteur, corrigée si nécessaire en cas de non-uniformité due à des gradients de densité et à un effet périphérique. Le fabricant de l'instrument doit présenter la base de mesure en tenant compte des mesures éventuelles de lutte contre la formation de suies (p. ex. air de purge). Si la base de mesure n'est pas disponible, elle doit être déterminée conformément à la norme ISO IDS 11614, point 11.6.5. La détermination correcte de la base de mesure impose de respecter une vitesse minimale des gaz d'échappement de 20 m/s.

LS Source lumineuse

La source lumineuse doit être une lampe à incandescence dotée d'une température de couleur comprise dans la plage de 2 800 à 3 250 K ou d'une diode électroluminescente (DEL) verte à crête spectrale située entre 550 et 570 nm. La source lumineuse doit être protégée contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

LD Détecteur de lumière

Le détecteur doit être une cellule photovoltaïque ou une photodiode (équipée d'un filtre si nécessaire). Dans le cas d'une source lumineuse à incandescence, le récepteur doit posséder une réponse spectrale de crête similaire à la courbe photopique de l'œil humain (réponse maximale) dans la plage de 550 à 570 nm et capable de descendre à moins de 4 % de cette réponse maximale en dessous de 430 nm et au-dessus de 680 nm. Le détecteur de lumière doit être protégé contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

CL Lentille collimatrice

L'émission lumineuse doit être collimatée en un faisceau d'un diamètre maximal de 30 mm. Les rayons du faisceau lumineux doivent être parallèles avec une tolérance de 3° par rapport à l'axe optique.

T1 Capteur de température (option)

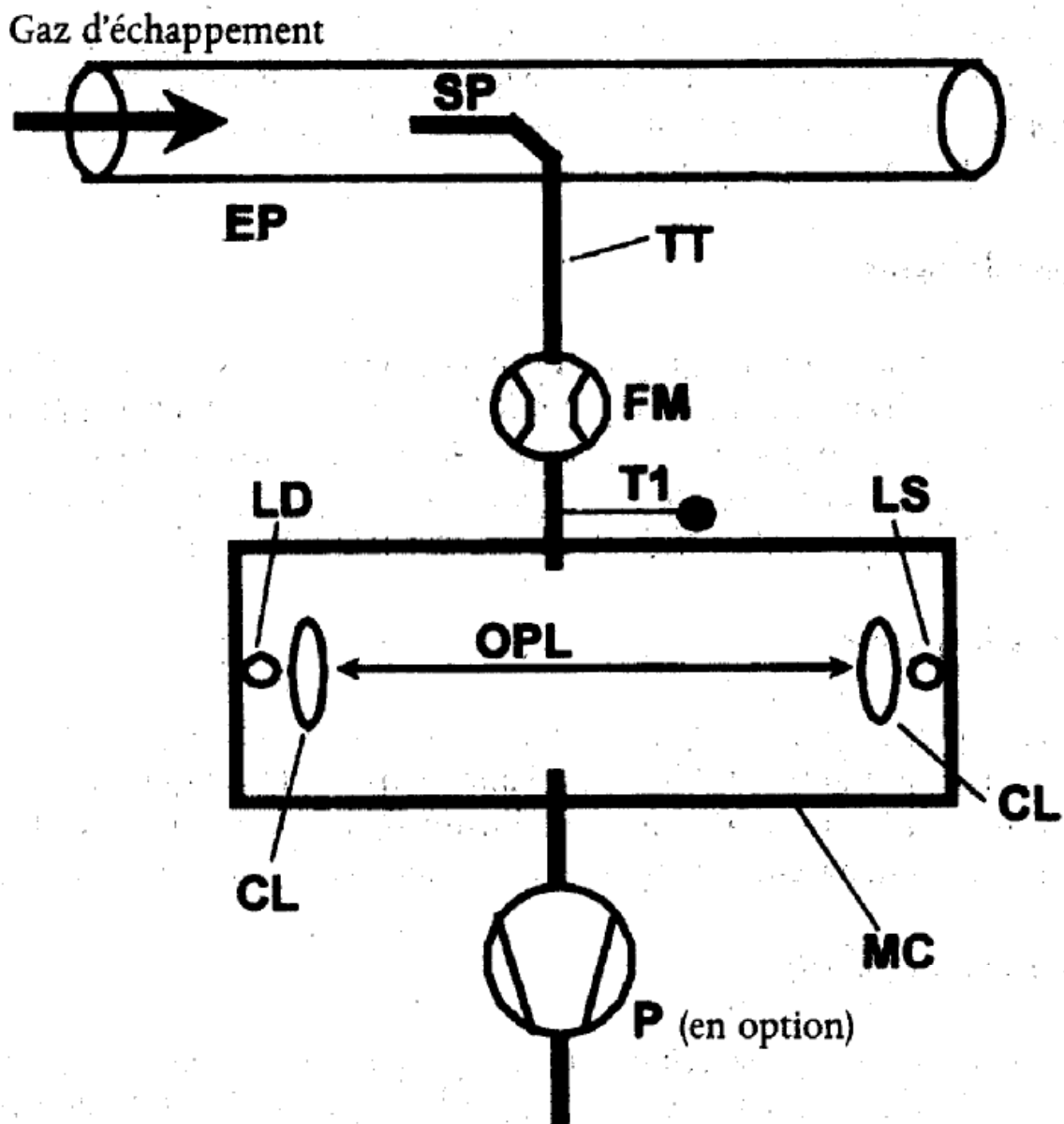
La température des gaz d'échappement peut être surveillée pendant toute la durée de l'essai.

3.3. Opacimètre à flux partiel

Dans le cas de l'opacimètre à flux partiel (figure 24), un échantillon représentatif de gaz d'échappement est prélevé dans le tuyau d'échappement et envoyé dans la chambre de mesure par une conduite de transfert. Avec ce type d'opacimètre, la base de mesure effective est fonction de la conception de l'opacimètre. Les temps de réponse indiqués sous le point suivant valent pour le débit minimal de l'opacimètre prescrit par le fabricant de l'instrument.

Figure 24

Opacimètre à flux partiel



3.3.1. *Éléments de la figure 24*

EP Tuyau d'échappement

Le tuyau d'échappement doit être un tuyau droit d'au moins 6 diamètres du tuyau en amont et 3 diamètres du tuyau en aval de la pointe de la sonde.

SP Sonde de prélèvement

La sonde doit être un tube ouvert dirigé vers l'amont, exactement ou approximativement sur la ligne médiane du tuyau d'échappement. La distance par rapport à la paroi du tuyau arrière d'échappement doit être au moins de 5 mm. Le diamètre de la sonde doit garantir un prélèvement représentatif et un flux suffisant au travers de l'opacimètre.

TT Tube de transfert

Le tube de transfert doit:

- être aussi court que possible et garantir une température des gaz d'échappement de 373 ± 30 K ($100 \text{ °C} \pm 30 \text{ °C}$) à l'entrée de la chambre de mesure,
- posséder une température de paroi suffisamment supérieure au point de condensation des gaz d'échappement pour éviter toute condensation,
- être égal au diamètre de la sonde de prélèvement sur toute la longueur,
- avoir un temps de réponse maximal de 0,05 s au débit minimal de l'instrument déterminé conformément à l'annexe III, appendice 4, point 5.2.4,
- avoir une influence insignifiante sur la crête de fumées.

FM Débitmètre

Appareil de mesure du débit destiné à détecter le flux correct dans la chambre de mesure. Les débits minimal et maximal sont indiqués par le fabricant de l'appareil et doivent permettre de respecter le temps de réponse du TT et la base de mesure spécifiés. Si une pompe de prélèvement P est utilisée, le débitmètre peut être monté à proximité de cette dernière.

MC Chambre de mesure

La chambre de mesure doit posséder une surface intérieure anti-réfléchissante ou un environnement optique équivalent. Il faut également minimiser sur le détecteur l'incidence de rayons parasites provenant de réflexions internes d'effets de diffusion.

La pression des gaz dans la chambre de mesure ne doit pas s'écarter de la pression atmosphérique de plus de 0,75 kPa. Lorsque cela s'avère impossible en raison de la conception, la valeur relevée à l'aide de l'opacimètre doit être convertie en pression atmosphérique.

La température de paroi de la chambre de mesure doit être fixée, à ± 5 K, entre 343 K (70 °C) et 373 K (100 °C) mais, en tout état de cause, elle doit être suffisamment supérieure au point de rosée des gaz d'échappement pour éviter toute condensation. La chambre de mesure doit être équipée des dispositifs de mesure de température appropriés.

OPL Base de mesure

Longueur du trajet optique opaque qui se situe entre la source lumineuse de l'opacimètre et le récepteur, corrigée si nécessaire en cas de non-uniformité due à des gradients de densité et à un effet périphérique. Le fabricant de l'instrument doit présenter la base de mesure en tenant compte des mesures éventuelles de lutte contre la formation de suies (p. ex. air de purge). Si la base de mesure n'est pas disponible, elle doit être déterminée conformément à la norme ISO IDS 11614, point 11.6.5.

LS Source lumineuse

La source lumineuse doit être une lampe à incandescence dotée d'une température de couleur comprise dans la plage de 2 800 à 3 250 K ou d'une diode électroluminescente (DEL) verte à crête spectrale située entre 550 et 570 nm. La source lumineuse doit être protégée contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

LD Détecteur de lumière

Le détecteur doit être une cellule photovoltaïque ou une photodiode (équipée d'un filtre si nécessaire). Dans le cas d'une source lumineuse à incandescence, le récepteur doit posséder une réponse spectrale de crête similaire à la courbe photopique de l'œil humain (réponse maximale) dans la plage de 550 à 570 nm et capable de descendre à moins de 4 % de cette réponse maximale en dessous de 430 nm et au-dessus de 680 nm. Le détecteur de lumière doit être protégé contre la formation de suies par des moyens qui n'influencent la base de mesure que dans les limites prescrites par le fabricant.

CL Lentille collimatrice

L'émission lumineuse doit être collimatée en un faisceau d'un diamètre maximal de 30 mm. Les rayons du faisceau lumineux doivent être parallèles avec une tolérance de 3° par rapport à l'axe optique.

T1 Capteur de température

Pour la surveillance de la température des gaz d'échappement à l'entrée de la chambre de mesure.

P Pompe de prélèvement (option)

Une pompe de prélèvement peut être installée en aval de la chambre de mesure pour transférer les gaz prélevés au travers de la chambre de mesure.

ANNEXE VI

CERTIFICAT DE RECEPTION CE

Communication concernant:

- la réception⁽¹⁾
- l'extension et/ou la prolongation de la réception⁽¹⁾

d'un type de véhicule/d'une entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/d'un élément⁽¹⁾ au sens de la directive 88/77/CEE, modifiée pour la dernière fois par la directive 2001/27/CE

Réception CE n°: Extension et/ou prolongation n°:

SECTION I

0 Généralités

0.1 Marque du véhicule/de l'entité technique distincte/de l'élément⁽¹⁾:

0.2 Terme ou expression employé par le constructeur pour désigner le type de véhicule/l'entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/l'élément⁽¹⁾:

0.3 Numéro de code du constructeur tel que marqué sur le véhicule/l'entité technique distincte (type de moteur/famille de moteurs)/l'élément⁽¹⁾:

0.4 Catégorie de véhicule:

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe , pt 11
--

0.5 Catégorie de moteur: Diesel / gaz naturel / GPL / éthanol ⁽¹⁾

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe
--

0.6 Nom et adresse du constructeur:

0.7 Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (s'il y a lieu):

SECTION II

1 Brève description (s'il y a lieu): voir l'annexe I.

⁽¹⁾ Biffer les mentions inutiles.

- 2 Service technique responsable de l'exécution des essais:
- 3 Date du compte rendu d'essai:
- 4 Numéro du compte rendu d'essai:
- 5 Motif(s) de l'extension et/ou de la prolongation de la réception (s'il y a lieu):
- 6 Observations (s'il y a lieu): voir l'annexe I.
- 7 Lieu:
- 8 Date:
- 9 Signature:
- 10 Une liste des documents composant le dossier de réception présenté à l'autorité administrative ayant procédé à la réception, dont le certificat peut être obtenu sur demande, figure en annexe.

Appendice

au certificat de réception CE n° ... concernant la réception d'un véhicule/d'une entité technique distincte/d'un élément⁽¹⁾

- 1 Brève description
- 1.1 Caractéristiques à indiquer aux fins de la réception d'un véhicule équipé de son moteur:
 - 1.1.1 Marque du moteur (nom de l'entreprise):
 - 1.1.2 Type et description commerciale (mentionner les variantes éventuelles):
 - 1.1.3 Numéro de code de construction tel que marqué sur le moteur:
 - 1.1.4 Catégorie de véhicule (s'il y a lieu):

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe ,
pt 11

- 1.1.5 Catégorie de moteur: Diesel / gaz naturel / GPL / éthanol ⁽¹⁾

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et
Annexe

- 1.1.6 Nom et adresse du constructeur:
- 1.1.7 Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (s'il y a lieu):
- 1.2 Si le moteur visé sous 1.1 a été réceptionné en tant qu'entité technique distincte:
 - 1.2.1 Numéro de réception du moteur/de la famille de moteurs⁽¹⁾:
- 1.3 Caractéristiques à indiquer concernant la réception d'un moteur/d'une famille de moteurs⁽¹⁾ en tant qu'entité technique distincte (conditions à respecter lors de l'installation du moteur sur un véhicule):
 - 1.3.1 Dépression maximale et/ou minimale à l'admission: kPa
 - 1.3.2 Contre-pression maximale admissible: kPa
 - 1.3.3 Volume du système d'échappement: cm³
 - 1.3.4 Puissance absorbée par l'équipement entraîné par le moteur:
 - 1.3.4 Power absorbed by auxiliaries needed for operating the engine:

⁽¹⁾ Biffer les mentions inutiles
⁽¹⁾ Biffer les mentions inutiles.

1.3.4.1 Ralenti: kW; Bas régime: kW; Régime élevé: kW
Régime A: kW; Régime B: kW; Régime C: kW;
Régime de référence: kW

1.3.5 Restrictions à l'utilisation (s'il y a lieu):

1.4 Niveaux d'émission du moteur/moteur parent⁽¹⁾:

1.4.1 Essai ESC (si pertinent):

CO: g/kWh

THC: g/kWh

NOx: g/kWh

PT: g/kWh

1.4.2 Essai ELR (si pertinent):

Valeur de fumées m⁻¹

1.4.3 Essai ETC (si pertinent):

CO: g/kWh

THC: g/kWh⁽¹⁾

HCNM: g/kWh⁽¹⁾

CH₄: g/kWh⁽¹⁾

NOx: g/kWh

PT: g/kWh⁽¹⁾

ANNEXE VII

EXEMPLE DE PROCÉDURE DE CALCUL

1. ESSAI ESC

1.1. Émissions de gaz

Les données de mesure utilisées pour calculer les résultats obtenus pour les différents modes figurent ci-dessous. Dans cet exemple, le CO et les NO_x sont mesurés en conditions sèches, les HC en conditions humides. La concentration de HC est indiquée en équivalent propane (C3) et doit être multipliée par 3 pour fournir l'équivalent C1. La procédure de calcul est identique pour les autres modes.

P (kW)	T _a (K)	H _a (g/kg)	G _{EXH} (kg)	G _{AIRW} (kg)	G _{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Calcul du facteur de correction des conditions sèches/conditions humides K_{w,r} (annexe III, appendice 1, point 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1,969}{1 + \frac{18,09}{545,29}} = 1,9058 \quad \text{et} \quad K_{w2} = \frac{1,608 \times 7,81}{1000 + (1,608 \times 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{w,r} = \left(1 - 1,9058 \times \frac{18,09}{541,06} \right) - 0,0124 = 0,9239$$

Calcul des concentrations en conditions humides:

$$CO = 41,2 \times 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 \times 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

Calcul du facteur de correction d'humidité des NO_x K_{H,D} (annexe III, appendice 1, point 4.3):

$$A = 0,309 \times 18,09/541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 \times 18,09/541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 \times (7,81 - 10,71) + 0,0026 \times (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Calcul des débits massiques d'émission (annexe III, appendice 1, point 4.4)

$$NO_x = 0,001587 \times 457 \times 0,9625 \times 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$\text{CO} = 0,000966 \times 38,1 \times 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$\text{HC} = 0,000479 \times 6,3 \times 3 \times 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 1, point 4.5):

L'exemple de calcul ci-dessous concerne le CO; la procédure de calcul est identique pour les autres éléments constitutifs.

Les débits massiques d'émission des différents modes sont multipliés par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et additionnés pour fournir le débit massique moyen d'émission sur la durée du cycle:

$$\begin{aligned} \text{CO} &= (6,7 \times 0,15) + (24,6 \times 0,08) + (20,5 \times 0,10) + (20,7 \times 0,10) + (20,6 \times 0,05) \\ &\quad + (15,0 \times 0,05) + (19,7 \times 0,05) + (74,5 \times 0,09) + (31,5 \times 0,10) + \\ &\quad (81,9 \times 0,08) + (34,8 \times 0,05) + (30,8 \times 0,05) + (27,3 \times 0,05) \\ &= 30,91 \text{ g/h} \end{aligned}$$

La puissance du moteur des différents modes est multipliée par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et les valeurs sont additionnées pour fournir la puissance moyenne du cycle:

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times \\ &\quad 0,05) + (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times 0,10) + \\ &\quad (122,0 \times 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\overline{\text{CO}} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Calcul des émissions spécifiques de NO_x du point aléatoire (annexe III, appendice 1, point 4.6.1):

Supposons que les valeurs suivantes aient été déterminées au point aléatoire:

$$n_Z = 1\,600 \text{ tr/min}$$

$$M_Z = 495 \text{ Nm}$$

$$\text{NO}_{x \text{ masse},Z} = 487,9 \text{ g/h (calculé selon la formule ci-dessous)}$$

$$P(n)_Z = 83 \text{ kW}$$

$$\text{NO}_{x,Z} = 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh}$$

Détermination de la valeur d'émission à partir du cycle d'essai (annexe III, appendice 1, point 4.6.2):

Supposons que les valeurs des quatre modes enveloppants de l'essai ESC soient les suivantes:

n_{RT}	n_{SU}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1368	1785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) \times (1\,600 - 1\,368) / (1\,785 - 1\,368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) \times (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

Comparaison des valeurs d'émission de NO_x (annexe III, appendice 1, point 4.6.3) :

$$NO_{x \text{ diff}} = 100 \times (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

1.2. Émissions de particules

La mesure de particules repose sur le principe du prélèvement de particules sur toute la durée du cycle, mais de la détermination de l'échantillon et des débits (M_{SAM} et G_{EDF}) durant les différents modes. Le calcul de G_{EDF} dépend du système mis en œuvre. Dans les exemples ci-dessous, un système avec mesure de CO_2 et méthode du bilan carbone et un système avec mesure de débit sont utilisés. Lorsqu'un système de dilution en circuit principal est employé, G_{EDF} est mesuré directement par le dispositif CVS.

Calcul de G_{EDF} (annexe III, appendice 1, points 5.2.3 et 5.2.4):

Supposons les données de mesure suivantes pour le mode 4. La procédure de calcul est identique pour les autres modes.

G_{EXH} (kg/h)	G_{FUEL} (kg/h)	G_{DILW} (kg/h)	G_{TOTW} (kg/h)	CO_{2D} (%)	CO_{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) Méthode du bilan carbone

$$G_{EDF W} = \frac{206,5 \times 10,76}{0,657 - 0,040} = 3\,601,2 \text{ kg/h}$$

b) Méthode de la mesure du débit

$$q = \frac{6,0}{6,0 - 5,4435} = 10,78$$

$$G_{EDF W} = 334,02 \times 10,78 = 3\,600,7 \text{ kg/h}$$

Calcul du débit massique (annexe III, appendice 1, point 5.4):

Les débits G_{EDFW} des différents modes sont multipliés par les facteurs de pondération correspondants qui sont indiqués à l'annexe III, appendice 1, point 2.7.1, et additionnés pour fournir le G_{EDF} moyen sur toute la durée du cycle. Le débit total de l'échantillon M_{SAM} est la somme des débits des échantillons collectés pour les différents modes.

$$\begin{aligned}\overline{G}_{EDFW} &= (3\,567 \times 0,15) + (3\,592 \times 0,08) + (3\,611 \times 0,10) + (3\,600 \times 0,10) + \\ &\quad (3\,618 \times 0,05) + (3\,600 \times 0,05) + (3\,640 \times 0,05) + (3\,614 \times 0,09) + \\ &\quad (3\,620 \times 0,10) + (3\,601 \times 0,08) + (3\,639 \times 0,05) + (3\,582 \times 0,05) + \\ &\quad (3\,635 \times 0,05) \\ &= 3\,604,6 \text{ kg/h} \\ M_{SAM} &= 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 \\ &\quad + 0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075 \\ &= 1,515 \text{ kg}\end{aligned}$$

Supposons la masse de particules sur les filtres égale à 2,5 mg, alors

$$PT_{\text{masse}} = \frac{2,5}{1,515} \times \frac{360,4}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Correction initiale (option)

Supposons une mesure initiale avec les valeurs suivantes. Le facteur de dilution DF est calculé comme au point 3.1 de la présente annexe et n'est pas représenté ici.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Somme de DF} &= [(1-1/119,15) \times 0,15] + [(1-1/8,89) \times 0,08] + [(1-1/14,75) \times 0,10] \\ &\quad + [(1-1/10,10) \times 0,10] + [(1-1/18,02) \times 0,05] + [(1-1/12,33) \times \\ &\quad 0,05] + [(1-1/32,18) \times 0,05] + [(1-1/6,94) \times 0,09] + [(1-1/25,19) \times \\ &\quad 0,10] + [(1-1/6,12) \times 0,08] + [(1-1/20,87) \times 0,05] + [(1-1/8,77) \times \\ &\quad 0,05] + [(1-1/12,59) \times 0,05] \\ &= 0,923\end{aligned}$$

$$PT_{\text{masse}} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} \times 0,923 \right) \times \frac{3\,604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 1, point 5.5):

$$\begin{aligned}P(n) &= (0,1 \times 0,15) + (96,8 \times 0,08) + (55,2 \times 0,10) + (82,9 \times 0,10) + (46,8 \times \\ &\quad 0,05) + (70,1 \times 0,05) + (23,0 \times 0,05) + (114,3 \times 0,09) + (27,0 \times \\ &\quad 0,10) + (122,0 \times 0,08) + (28,6 \times 0,05) + (87,4 \times 0,05) + (57,9 \times \\ &\quad 0,05) \\ &= 60,006 \text{ kW}\end{aligned}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

avec correction initiale $\overline{PT} = (5,726/60,006) = 0,095 \text{ g/kWh}$

Calcul du facteur de pondération spécifique (annexe III, appendice 1, point 5.6):

Supposons les valeurs calculées pour le mode 4 ci-dessus, alors

$$WF_{E,i} = (0,152 \times 3\,604,6 / 1,515 \times 360\,0,7) = 0,1004$$

Cette valeur est égale à la valeur requise de 0,10 à $\pm 0,003$ près.

2. ESSAI ELR

Comme le filtrage selon Bessel constitue une toute nouvelle procédure de calcul des moyennes dans la législation européenne relative aux gaz d'échappement, vous trouverez ci-dessous une explication du filtre de Bessel, un exemple d'élaboration d'un algorithme de Bessel ainsi qu'un exemple de calcul de la valeur de fumées finale. Les constantes de l'algorithme de Bessel dépendent uniquement de la conception de l'opacimètre et de la fréquence de prélèvement du système d'acquisition des données. Il est recommandé que le fabricant de l'opacimètre fournisse les constantes finales du filtre de Bessel pour différentes fréquences de prélèvement et que le client les utilise pour élaborer l'algorithme de Bessel et de calcul des valeurs de fumées.

2.1. Remarques générales sur le filtre de Bessel

En raison de distorsions à hautes fréquences, le signal d'opacité brute présente habituellement une trace très diffuse. Pour éliminer ces distorsions à hautes fréquences, un filtre de Bessel doit être utilisé pour l'essai ELR. Le filtre de Bessel proprement dit est un filtre passe-bas récursif de deuxième ordre qui garantit la vitesse maximale de montée du signal sans dépassement.

En supposant une totalité, en temps réel, des gaz d'échappement bruts dans le tuyau d'échappement, chaque opacimètre montre une trace d'opacité retardée et mesurée différemment. Le retard et la grandeur de la trace d'opacité mesurée dépendent avant tout de la géométrie de la chambre de mesure de l'opacimètre, y compris des conduites de prélèvement des gaz d'échappement, et du temps requis pour traiter le signal dans l'électronique de l'opacimètre. Les valeurs qui caractérisent ces deux effets sont appelées temps de réponse physique et électrique et représentent un filtre individuel pour chaque type d'opacimètre.

La mise en œuvre d'un filtre de Bessel vise à garantir une caractéristique filtrante globale uniforme de tout l'opacimètre, notamment:

- le temps de réponse physique de l'opacimètre (t_p),
- le temps de réponse électrique de l'opacimètre (t_e),
- le temps de réponse du filtre de Bessel utilisé (t_f).

Le temps de réponse global résultant pour le système t_{Moyenne} dérive de la formule suivante:

$$t_{\text{Moyenne}} = \sqrt{t_F^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

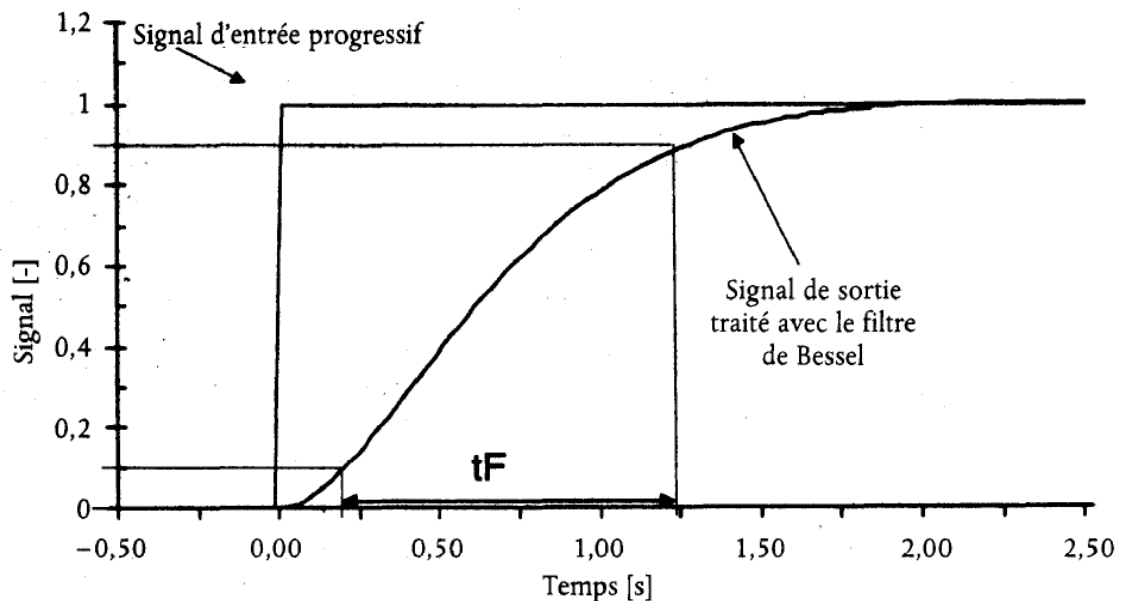
et doit être identique pour tous les types d'opacimètres afin de fournir la même valeur de fumées. Un filtre de Bessel doit dès lors être élaboré de sorte que le temps de réponse du filtre (t_F) ainsi que les temps de réponse physique (t_p) et électrique (t_e) de l'opacimètre individuel fournissent le temps de réponse global requis (t_{Moyenne}). Comme t_p et t_e sont des valeurs données pour chaque opacimètre individuel et que t_{Moyenne} est posé égal à 1,0 s dans la présente directive, t_F peut être calculé comme suit:

$$t_F = \sqrt{t_{\text{Moyenne}}^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

Par définition, le temps de réponse du filtre t_F est le temps de montée d'un signal de sortie filtré entre 10 % et 90 % par rapport à un signal d'entrée progressif. Par conséquent, la fréquence de coupure du filtre de Bessel doit être itérée de manière que le temps de réponse du filtre de Bessel s'inscrive dans le temps de montée requis.

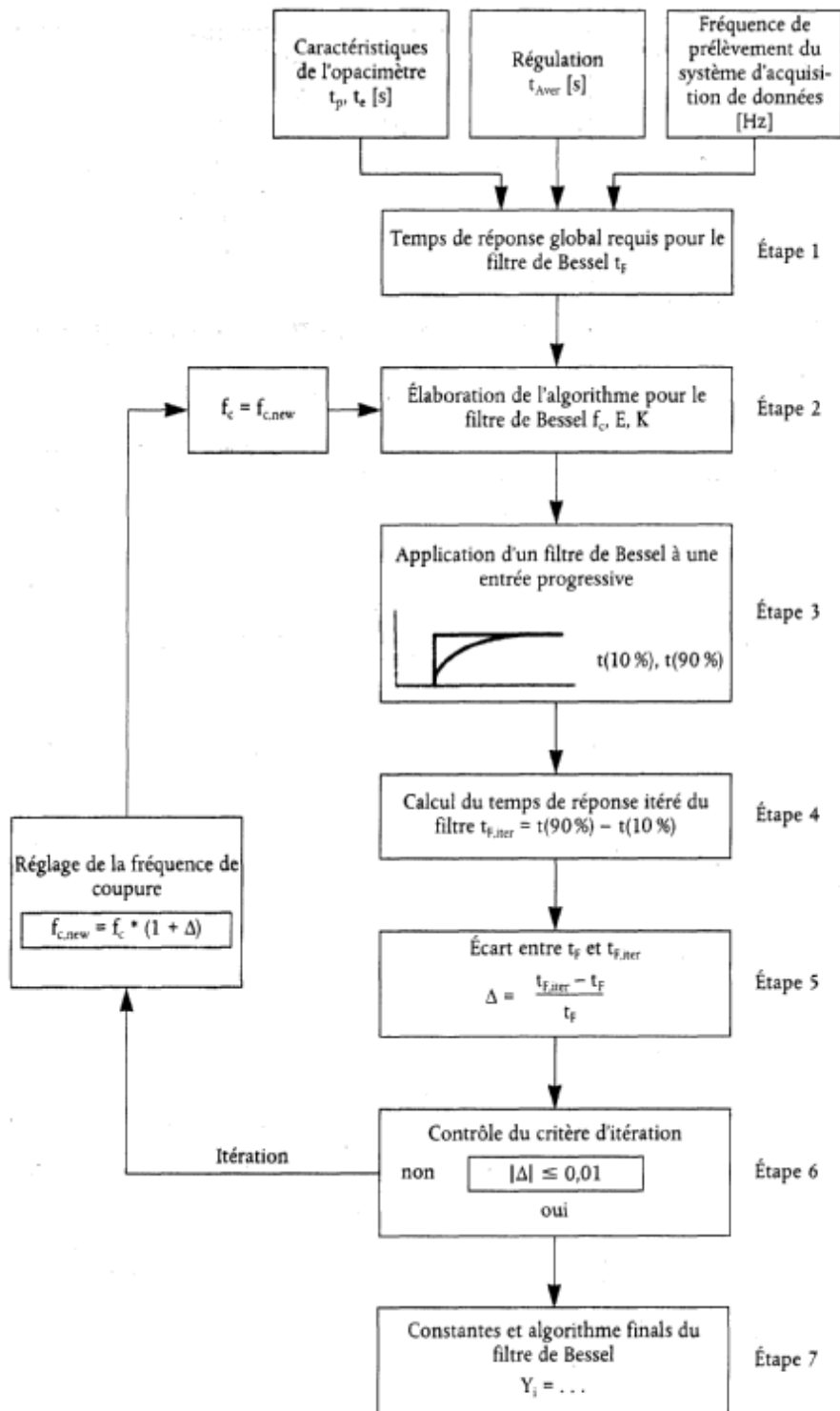
Figure a

Traces d'un signal d'entrée progressif et du signal de sortie filtré



La figure a illustre les traces d'un signal d'entrée progressif et du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel ainsi que le temps de réponse du filtre de Bessel (t_F).

L'élaboration de l'algorithme final du filtre de Bessel est un processus multi-étapes qui impose d'exécuter plusieurs cycles d'itération. Le schéma de la procédure d'itération est présenté ci-dessous.



2.2. Calcul de l'algorithme de Bessel

Cet exemple explique l'élaboration en plusieurs étapes d'un algorithme de Bessel selon la procédure d'itération susmentionnée qui se fonde sur l'annexe III, appendice 1, point 6.1.

Les caractéristiques suivantes sont supposées pour l'opacimètre et le système d'acquisition des données:

- temps de réponse physique t_p 0,15 s
- temps de réponse électrique t_e 0,05 s
- temps de réponse global $t_{Moyenne}$ 1,00 s (par définition dans la présente directive)
- fréquence de prélèvement 150 Hz

Étape 1 Temps de réponse requis pour le filtre de Bessel t_F :

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987421 \text{ s}$$

Étape 2 Évaluation de la fréquence de coupure et calcul des constantes de Bessel E, K pour la première itération:

$$f_c = \frac{3,1415}{10 \times 0,987421} = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = \frac{1}{\tan[3,1415 \times 0,006667 \times 0,318152]} = 150,07664$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,07664 \times \sqrt{3 \times 0,618034} + 0,618034 \times 150,07664^2} = 7,07948 \times 10^{-5}$$

$$K = 2 \times 7,07948 \times 10^{-5} \times (0,618034 \times 150,07664^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

Ce qui donne l'algorithme de Bessel:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 E - 5 \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0,970783 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

où S_i représente les valeurs du signal d'entrée progressif («0» ou «1») et Y_i les valeurs filtrées du signal de sortie.

Étape 3 Application du filtre de Bessel au signal d'entrée progressif:

le temps de réponse du filtre de Bessel t_F est défini comme le temps de montée du signal de sortie filtré entre 10 % et 90 % par rapport à un signal d'entrée progressif. Un filtre de Bessel doit être appliqué à un signal d'entrée progressif à l'aide des valeurs ci-dessous de f_c , E et K afin de déterminer les temps de 10 % (t_{10}) et de 90 % (t_{90}).

Le tableau B reprend les indices, le temps et les valeurs d'un signal d'entrée progressif ainsi que les valeurs résultantes du signal de sortie filtré pour les première et seconde itérations. Les points adjacents à t_{10} et t_{90} sont indiqués en caractères gras.

Dans la première itération du tableau B, les valeurs à 10 % et 90 % surviennent respectivement entre les indices 30 et 31 et les indices 191 et 192. Pour calculer $t_{F,itér.}$, les valeurs t_{10} et t_{90} exactes sont déterminées comme suit par interpolation linéaire entre les points de mesure adjacents:

$$t_{10} = t_{\text{inf.}} + \Delta t \times (0,1 - \text{out}_{\text{inf.}})/(\text{out}_{\text{sup.}} - \text{out}_{\text{inf.}})$$

$$t_{90} = t_{\text{inf.}} + \Delta t \times (0,9 - \text{out}_{\text{inf.}})/(\text{out}_{\text{sup.}} - \text{out}_{\text{inf.}})$$

où $\text{out}_{\text{sup.}}$ et $\text{out}_{\text{inf.}}$ sont respectivement les points adjacents du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel et $t_{\text{inf.}}$ est le temps du point temporel adjacent indiqué au tableau B.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 \times (0,1 - 0,099208)/(0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 \times (0,9 - 0,899147)/(0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

Étape 4 Temps de réponse du filtre lors du premier cycle d'itération:

$$t_{F,\text{iter.}} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

Étape 5 Écart entre le temps de réponse du filtre requis et obtenu lors du premier cycle d'itération:

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421)/0,987421 = 0,081641$$

Étape 6 Contrôle du critère d'itération:

$|\Delta| \leq 0,01$ est requis. Comme $0,081641 > 0,01$, le critère d'itération n'est pas satisfait et un nouveau cycle d'itération doit être démarré. Pour ce cycle d'itération, une nouvelle fréquence de coupure est calculée comme suit à partir de f_c et de Δ :

$$f_{c,\text{nouveau}} = 0,318152 \times (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Cette nouvelle fréquence de coupure est employée dans le second cycle d'itération qui débute de nouveau à l'étape 2. L'itération doit être répétée jusqu'à ce que le critère d'itération soit satisfait. Les valeurs résultantes pour les premier et second cycles d'itération sont récapitulées au tableau A.

Tableau A

Valeurs pour les première et seconde itérations

Paramètre		1 ^{re} itération	2 ^e itération
f_c	(Hz)	0,318152	0,344126
E	(-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K	(-)	0,970783	0,968410
t_{10}	(s)	0,200945	0,185523
t_{90}	(s)	1,276147	1,179562
$t_{F,\text{itér.}}$	(s)	1,075202	0,994039
Δ	(-)	0,081641	0,006657

$f_{c,nouveau}$	(Hz)	0,344126	0,346417
-----------------	------	----------	----------

Étape 7 *Algorithme final de Bessel:*

une fois le critère d'itération satisfait, les constantes finales du filtre de Bessel et l'algorithme final de Bessel sont calculés conformément à l'étape 2. Dans cet exemple, le critère d'itération a été satisfait après la seconde itération ($\Delta = 0,006657 \leq 0,01$). L'algorithme final sert ensuite à déterminer les valeurs moyennées des fumées (voir le point 2.3 ci-après).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777 \times 10^{-5} \times (S_i + 2 \times S_{i-1} + S_{i-2} - 4 \times Y_{i-2}) + 0,968410 \times (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Tableau B

Valeurs du signal d'entrée progressif et du signal de sortie traité avec le filtre de Bessel pour les première et seconde itérations

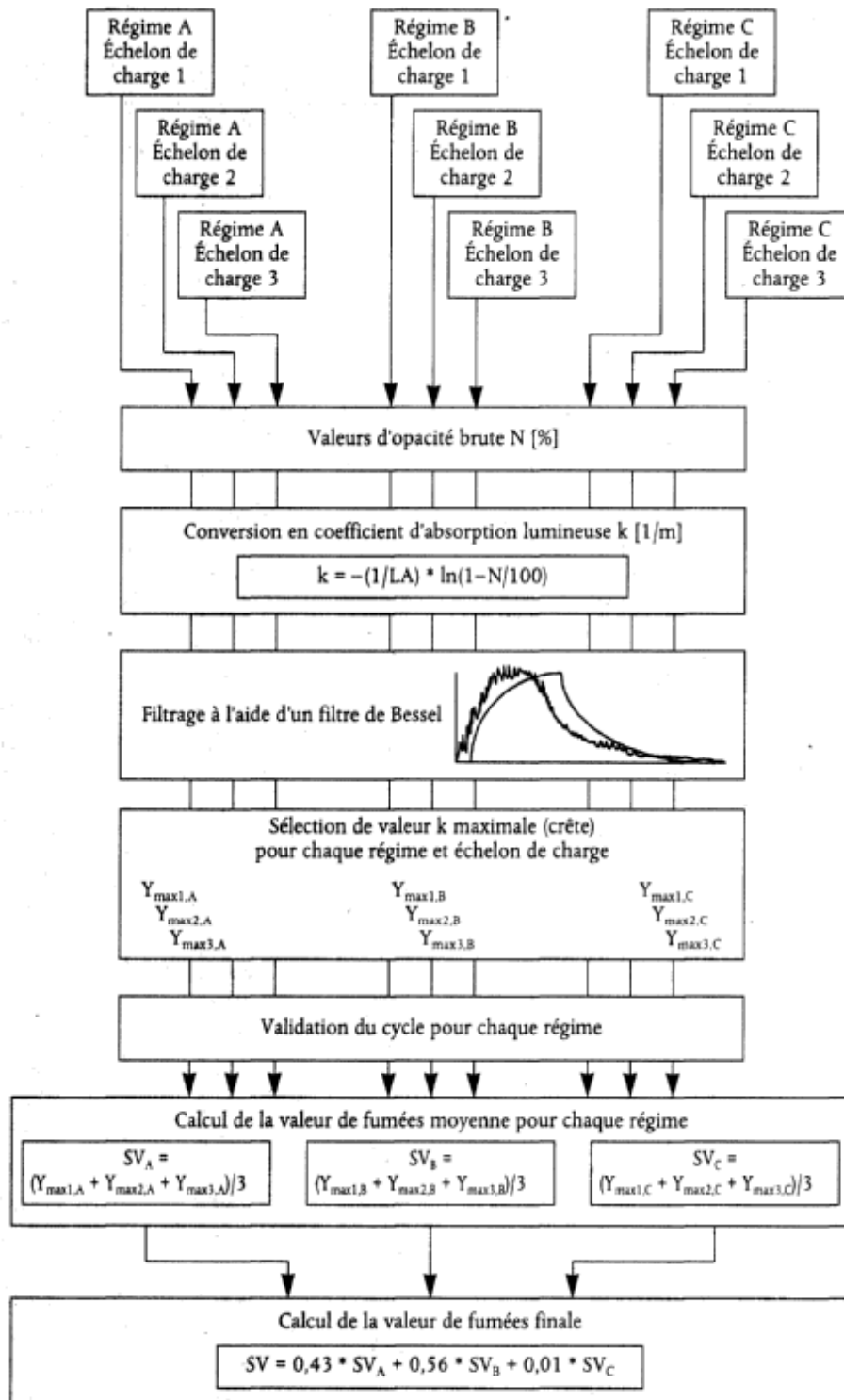
Indice i	Temps	Signal d'entrée progressif S_i	Signal de sortie filtré Y_i	
			1 ^{re} itération	2 ^e itération
[-]	[s]	[-]	[-]	
-2	-0,013333	0	0,000000	0,000000
-1	-0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
~	~	~	~	~
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	0,095056
28	0,186667	1	0,088331	0,101024
29	0,193333	1	0,093719	0,107102

30	0,200000	1	0,099208	0,113286
31	0,206667	1	0,104794	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
~	~	~	~	~
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	0,897941
177	1,180000	1	0,867484	0,900145
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	0,899147	0,927414
192	1,280000	1	0,901168	0,929121

193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067
~	~	~	~	~

2.3. Calcul des valeurs de fumées

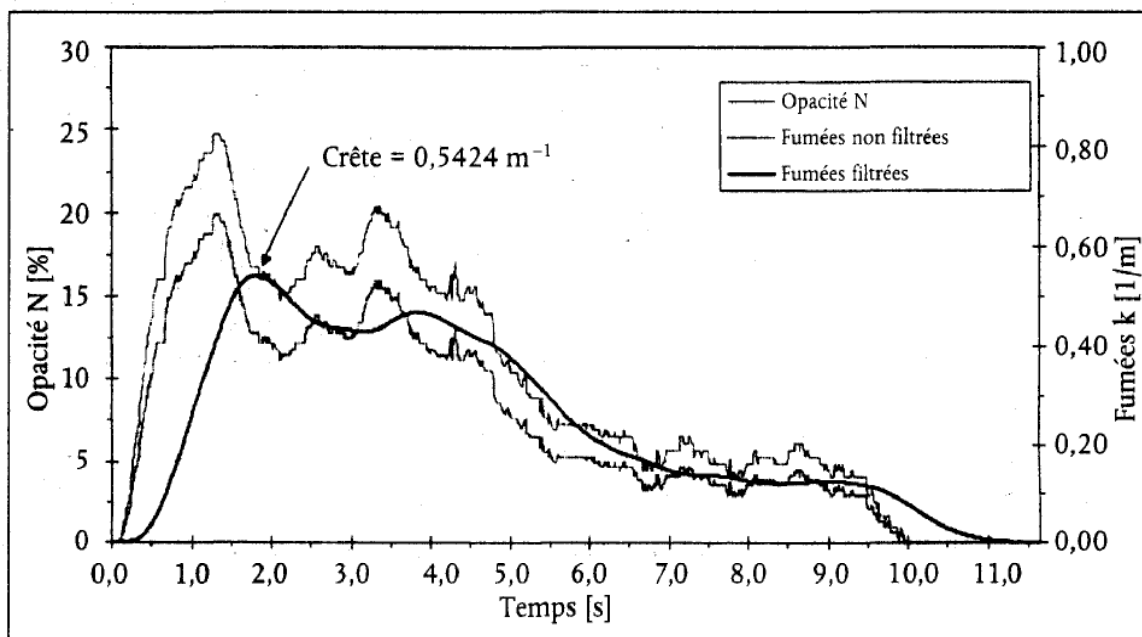
La procédure générale de détermination de la valeur finale de fumées est présentée dans le schéma ci-dessous.



Les traces du signal d'opacité brute non mesuré et des coefficients d'absorption lumineuse non filtrée et filtrée (valeur k) du premier échelon de charge d'un essai ELR sont représentées à la figure b et la valeur maximale $Y_{max1,A}$ (crête) de la trace k filtrée est indiquée. Par ailleurs, le tableau C contient les valeurs numériques de l'indice i, du temps (fréquence de prélèvement de 150 Hz), de l'opacité brute ainsi que la valeur k non filtrée et filtrée. Le filtrage a été réalisé en appliquant les constantes de l'algorithme de Bessel élaboré au point 2.2 de la présente annexe. Vu l'énorme volume de données, seuls les tronçons de la trace de fumées qui entourent le début et la crête sont repris.

Figure b

Traces de l'opacité N, des fumées non filtrées k et des fumées filtrées k qui ont été mesurées



La valeur de crête ($i = 272$) est calculée en supposant les données suivantes du tableau C. Toutes les autres valeurs individuelles des fumées sont calculées de la même manière. S_{-1} , S_{-2} , Y_{-1} et Y_{-2} sont mis à zéro pour lancer l'algorithme.

L_A (m)	0,430
Indice i	272
N (%)	16,783
S_{271} (m^{-1})	0,427392
S_{270} (m^{-1})	0,427532
Y_{271} (m^{-1})	0,542383
Y_{270} (m^{-1})	0,542337

Calcul de la valeur k (annexe III, appendice 1, point 6.3.1):

$$k = -(1/0,430) \times \ln(1 - (16,783/100)) = 0,427252 \text{ m}^{-1}$$

Cette valeur correspond à S_{272} dans l'équation ci-dessous.

Calcul de la moyenne de Bessel des fumées (annexe III, appendice 1, point 6.3.2):

Les constantes de Bessel du point 2.2 ci-dessus sont utilisées dans l'équation ci-dessous. La valeur k non filtrée effective, qui est calculée ci-dessus, correspond à

$S_{272}(S_i)$, $S_{271}(S_{i-1})$ et $S_{270}(S_{i-2})$ sont les deux valeurs k non filtrées précédentes tandis que $Y_{271}(Y_{i-1})$ et $Y_{270}(Y_{i-2})$ sont les deux valeurs k filtrées précédentes.

$$Y_{272} = 0,542383 + 8,272777 \times 10^{-5} \times (0,427252 + 2 \times 0,427392 + 0,427532 - 4 \times 0,542337) + 0,968410 \times (0,542383 - 0,542337)$$

$$= 0,542389 \text{ m}^{-1}$$

Cette valeur correspond à $Y_{\max 1, A}$ dans l'équation ci-dessous.

Calcul de la valeur finale de fumées (annexe III, appendice 1, point 6.3.3):

Pour le calcul ultérieur, la valeur k filtrée maximale est prélevée à partir de chaque trace de fumées. Les valeurs suivantes sont supposées.

Régime	$Y_{\max} (\text{m}^{-1})$		
	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587) / 3 = 0,5482 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389) / 3 = 0,5462 \text{ m}^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177) / 3 = 0,5099 \text{ m}^{-1}$$

$$SV = (0,43 \times 0,5482) + (0,56 \times 0,5462) + (0,01 \times 0,5099) = 0,5467 \text{ m}^{-1}$$

Validation du cycle (annexe III, appendice 1, point 3.4)

Avant de calculer SV , le cycle doit être validé en calculant les écarts types relatifs des fumées des trois cycles pour chaque régime.

Régime	SV moyen (m^{-1})	Écart type absolu (m^{-1})	Écart type relatif (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

Dans cet exemple, le critère de validation de 15 % est satisfait pour chaque régime.

Tableau C

Valeurs d'opacité N, valeur k filtrée et non filtrée au début d'un échelon de charge

Indice i [-]	Temps [s]	Opacité N [%]	Valeur k non filtrée [m ⁻¹]	Valeur k filtrée [m ⁻¹]
- 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
- 1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036

20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587
~	~	~	~	~

Valeurs d'opacité N, valeur k non filtrée et filtrée autour de $Y_{\max 1,A}$ (\equiv valeur de crête, indiquée en caractères gras)

Indice i	Temps	Opacité N	Valeur k non filtrée	Valeur k filtrée
[-]	[s]	[%]	[m ⁻¹]	[m ⁻¹]
~	~	~	~	~
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	0,542389
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418

280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704
~	~	~	~	~

3. ESSAI ETC

3.1. Émissions de gaz (moteur Diesel)

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS.

V_0 (m ³ /tr)	0,1776
N_p (tr)	23073

p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
NO_x conce (ppm)	53,7
NO_x concd (ppm)	0,4
CO conce (ppm)	38,9
CO concd (ppm)	1,0
HC conce (ppm)	9,00
HC concd (ppm)	3,02
CO_2 , conce (%)	0,723
W_{eff} (kWh)	62,72

Calcul du débit de gaz d'échappement dilués (annexe III, appendice 2, point 4.1):

$$M_{TOTW} = 1,293 \times 0,1776 \times 23\,073 \times (98,0 - 2,3) \times 273 / (101,3 \times 322,5)$$

$$= 4\,237,2 \text{ kg}$$

Calcul du facteur de correction des NO_x (annexe III, appendice 2, point 4.2):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 \times (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Calcul des concentrations corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 4.3.1.1):

Supposons un carburant Diesel de composition $C_1H_{1,8}$.

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{1,8}{2} + \left[3,76 \times \left(1 + \frac{1,8}{4} \right) \right]} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) \times 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{x \text{ conc}} = 53,7 - 0,4 \times (1 - (1/18,69)) = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{conc}} = 38,9 - 1,0 \times (1 - (1/18,69)) = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{\text{conc}} = 9,00 - 3,02 \times (1 - (1/18,69)) = 6,14 \text{ ppm}$$

Calcul du débit massique d'émission (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

$$\text{NO}_{x \text{ masse}} = 0,001587 \times 53,3 \times 1,039 \times 4\,237,2 = 372,391 \text{ g}$$

$$\text{CO}_{\text{masse}} = 0,000966 \times 37,9 \times 4\,237,2 = 155,129 \text{ g}$$

$$\text{HC}_{\text{masse}} = 0,000479 \times 6,14 \times 4\,237,2 = 12,462 \text{ g}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 4.4):

$$\overline{\text{NO}}_x = 372,391/62,72 = 5,94 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CO}} = 155,129/62,72 = 2,47 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{HC}} = 12,462/62,72 = 0,199 \text{ g/kWh}$$

3.2. Émissions de particules (moteur Diesel)

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS à dilution double.

M_{TOTW} (kg)	4237,2
$M_{\text{f,p}}$ (mg)	3,030
$M_{\text{f,b}}$ (mg)	0,044
M_{TOT} (kg)	2,159
M_{SEC} (kg)	0,909
M_{d} (mg)	0,341
M_{DIL} (kg)	1,245
DF	18,69
W_{eff} (kWh)	62,72

Calcul des émissions massiques (annexe III, appendice 2, point 5.1):

$$M_{\text{f}} = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{\text{SAM}} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$\text{PT}_{\text{masse}} = \frac{3,074}{1,250} \times \frac{4\,237,2}{1\,000} = 10,42 \text{ g}$$

Calcul des émissions massiques corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 5.1):

$$\text{PT}_{\text{masse}} = \left[\frac{3,074}{1,250} - \left(\frac{0,341}{1,245} \times \left(1 + \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] \times \frac{4\,237,2}{1\,000} = 9,32 \text{ g}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 5.2):

$$\overline{PT} = 10,42/62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{PT} = 9,32/62,72 = 0,149 \text{ g/kWh, avec correction pour l'air de dilution}$$

3.3. Émissions de gaz (moteur fonctionnant au gaz naturel comprimé)

Supposons les résultats d'essai suivants pour un système PDP-CVS à dilution double.

M_{TOTW} (kg)	4237,2
H_a (g/kg)	12,8
NO_x conce (ppm)	17,2
NO_x concd (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	44,3
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	27,0
HC_{concd} (ppm)	3,02
CH_4 conce (ppm)	18,0
CH_4 concd (ppm)	1,7
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
$W_{eff.}$ (kWh)	62,72

Calcul du facteur de correction des NO_x (annexe III, appendice 2, point 4.2):

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 \times (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Calcul de la concentration des NMHC (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

a) Méthode CG

$$NMHC_{conce} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) Méthode NMC

Supposons un rendement du méthane de 0,04 et un rendement de l'éthane de 0,98 (voir l'annexe III, appendice 5, point 1.8.4).

$$NMHC_{conce} = \frac{27,0 \times (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Calcul des concentrations corrigées pour l'air de dilution (annexe III, appendice 2, point 4.3.1.1):

Supposons un carburant de référence G₂₀ (méthane à 100 %) de composition C₁H₄.

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{4}{2} + \left(3,76 \times \left(1 + \frac{4}{4} \right) \right)} = 9,5$$

$$DF = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) \times 10^{-4}} = 13,01$$

Pour les NMHC, la concentration de l'air de dilution est la différence entre HC_{concd} et CH₄ concd

$$NO_{x \text{ conc}} = 17,2 - 0,4 \times (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$CO_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 \times (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$NMHC_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 \times (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$CH_{4 \text{ conc}} = 18,0 - 1,7 \times (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Calcul du débit massique des émissions (annexe III, appendice 2, point 4.3.1):

$$NO_{x \text{ masse}} = 0,001587 \times 16,8 \times 1,074 \times 423 \text{ 7,2} = 121,330 \text{ g}$$

$$CO_{\text{masse}} = 0,000966 \times 43,4 \times 423 \text{ 7,2} = 177,642 \text{ g}$$

$$NMHC_{\text{masse}} = 0,000502 \times 7,2 \times 423 \text{ 7,2} = 15,315 \text{ g}$$

$$CH_{4 \text{ masse}} = 0,000554 \times 16,4 \times 423 \text{ 7,2} = 38,498 \text{ g}$$

Calcul des émissions spécifiques (annexe III, appendice 2, point 4.4):

$$\overline{NO_x} = 121,330/62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 177,642/62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{NMHC} = 15,315/62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CH_4} = 38,498/62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4. FACTEUR DE RECALAGE λ (S_λ)

4.1. Calcul du facteur de recalage λ (S_λ)⁹

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ d'inertes}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}}$$

où:

S_λ facteur de recalage λ ;

% d'inertes % en volume de gaz inertes dans le carburant (c'est-à-dire N_2 , CO_2 , He, etc.);

O_2^* en volume d'oxygène initial dans le carburant ;

n et m font référence au C_nH_m moyen qui représente les hydrocarbures du carburant, c'est-à-dire:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3 \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4 \%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5 \%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6 \%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8 \%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}}$$

où:

CH_4 = % en volume de méthane dans le carburant;

C_2 = % en volume de tous les hydrocarbures C_2 (p. ex. C_2H_6 , C_2H_4 , etc.) dans le carburant;

C_3 = % en volume de tous les hydrocarbures C_3 (p. ex. C_3H_8 , C_3H_6 , etc.) dans le carburant;

C_4 = % en volume de tous les hydrocarbures C_4 (p. ex. C_4H_{10} , C_4H_8 , etc.) dans le carburant;

C_5 = % en volume de tous les hydrocarbures C_5 (p. ex. C_5H_{12} , C_5H_{10} , etc.)

⁹ Rapports stoechiométriques air/carburant de carburants automobiles - SAE J1829, juin 1987. John B. Heywood, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill, 1988, chapitre 3.4 « Combustion stoichiometry » (pages 68-72).

dans le carburant;

diluant = % en volume de gaz de dilution dans le carburant (c'est-à-dire O_2^* , N_2 , CO_2 , He, etc.).

4.2. Exemples de calcul du facteur de réajustement λS_λ :

Exemple 1: G_{25} : $CH_4 = 86\%$, $N_2 = 14\%$ (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ d'inertes}}{100} \right) \left(n + \frac{m}{4} \right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100} \right) \times \left(1 + \frac{4}{4} \right)} = 1,16$$

↓ 2001/27/CE Art. 1 et Annexe, pt 12

Exemple 2: G_R : $CH_4 = 87\%$, $C_2H_6 = 13\%$ (en volume)

↓ 1999/96/CE Art. 1, pt 3 et Annexe

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ d'inertes}}{100} \right) \left(n + \frac{m}{4} \right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100} \right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4} \right)} = 0,911$$

Exemple 3: États-Unis: $CH_4 = 89 \%$, $C_2H_6 = 4,5 \%$, $C_3H_8 = 2,3 \%$, $C_6H_{14} = 0,2 \%$,
 $O_2 = 0,6 \%$, $N_2 = 4 \%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{0,64 + 4}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4 \%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8}{100} \right]}{\frac{1 - \% \text{ de diluant}}{100}} = \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\% \text{ d'inertes}}{100} \right) \left(n + \frac{m}{4} \right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100} \right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4} \right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$

ANNEXE VIII

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES SPÉCIFIQUES APPLICABLES AUX MOTEURS DIESEL À L'ÉTHANOL

Dans le cas des moteurs Diesel fonctionnant à l'éthanol, les modifications spécifiques suivantes des paragraphes, équations et facteurs s'appliquent aux procédures d'essai définies à l'annexe III de la présente directive.

À L'ANNEXE III, APPENDICE 1:

4.2. Correction en conditions sèches/humides

$$F_{FH} = \frac{1,877}{\left(1 + 2,577 \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

4.3. Correction des émissions de NOx en fonction de l'humidité et de la température

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

où:

A	= 0,181 G _{FUEL} /G _{AIRD} - 0,0266;
B	= - 0,123 G _{FUEL} /G _{AIRD} + 0,00954;
T _a	= température de l'air, en K;
H _a	= humidité de l'air d'admission, g d'eau par kg d'air sec.

4.4. Calcul des débits massiques d'émission

Les débits massiques d'émission (g/h) doivent être calculés comme suit pour chaque mode, en supposant la densité des gaz d'échappement égale à 1,272 kg/m³ à 273 K (0 °C) et 101,3 kPa:

$$1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001613 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{\text{H,D}} * G_{\text{EXHW}}$$

$$2) \text{CO}_{\text{mass}} = 0,000982 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{\text{EXHW}}$$

$$3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000809 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{\text{EXHW}}$$

où:

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , HC_{conc} ¹⁰ sont les concentrations moyennes (ppm) dans les gaz d'échappement bruts, telles que déterminées au point 4.1.

Si, en option, les émissions de gaz sont mesurées à l'aide d'un système de dilution en circuit principal, les formules suivantes s'appliquent:

$$1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{\text{H,D}} * G_{\text{TOTW}}$$

$$2) \text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{\text{TOTW}}$$

$$3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000795 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{\text{TOTW}}$$

où:

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , HC_{conc} ¹¹ sont les concentrations moyennes corrigées de l'air de dilution (ppm) de chaque mode dans les gaz d'échappement dilués, telles que déterminées au point 4.3.1.1 de l'appendice 2 de l'annexe III.

¹⁰ Sur la base de l'équivalent C1.

¹¹ Sur la base de l'équivalent C1.

À L'ANNEXE III, APPENDICE 2:

Les points 3.1, 3.4, 3.8.3 et 5 de l'appendice 2 ne s'appliquent pas seulement aux moteurs Diesel, mais aussi aux moteurs Diesel fonctionnant à l'éthanol.

4.2. Les conditions d'essai doivent être telles que la température de l'air et l'humidité mesurées au niveau de l'admission du moteur soient normalisées durant l'exécution de l'essai. La norme doit être égale à $6 \pm 0,5$ g d'eau par kg d'air sec à un intervalle de température de 298 ± 3 K. Il ne doit être procédé à aucune autre correction des NO_x dans ces limites. L'essai est nul si ces conditions ne sont pas réunies.

4.3. Calcul du débit massique des émissions

4.3.1. Systèmes à débit massique constant

Dans le cas de systèmes équipés d'un échangeur thermique, la masse de polluants (g/essai) est déterminée au moyen des équations suivantes:

$$1) \text{NO}_{x \text{ mass}} = 0,001587 * \text{NO}_{x \text{ conc}} * K_{\text{H,D}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (moteurs à l'éthanol)}$$

$$2) \text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (moteurs à l'éthanol)}$$

$$3) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000794 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (moteurs à l'éthanol)}$$

où:

$\text{NO}_{x \text{ conc}}$, CO_{conc} , $\text{HC}_{\text{conc}}^{(1)}$, $\text{NMHC}_{\text{conc}}$ = concentrations moyennes corrigées de l'air de dilution sur la durée du cycle, obtenues par intégration (obligatoire pour les NO_x et les HC) ou par la méthode de mesure des sacs, en ppm;

M_{TOTW} = masse totale des gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle, telle que déterminée au point 4.1, en kg.

4.3.1.1. Détermination des concentrations corrigées de l'air de dilution

La concentration initiale moyenne de gaz polluants dans l'air de dilution doit être soustraite des concentrations mesurées afin d'obtenir les concentrations nettes de polluants. Les valeurs moyennes des concentrations initiales peuvent être mesurées à l'aide de la méthode des sacs de prélèvement ou d'une mesure continue avec intégration. La formule suivante est utilisée:

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d * [1 - (1/\text{DF})]$$

où:

- conc = concentration du polluant correspondant dans les gaz d'échappement dilués, corrigée de la quantité du polluant correspondant contenu dans l'air de dilution, en ppm;
- conc_e = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;
- conc_d = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm;
- DF = facteur de dilution.

Le facteur de dilution est calculé comme suit:

$$DF = \frac{F_S}{CO_{2, \text{conce}} + (HC_{\text{conce}} + CO_{\text{conce}}) \times 10^{-4}}$$

où:

- CO_{2,conce} = concentration de CO₂ dans les gaz d'échappement dilués, en % vol;
- HC_{conce} = concentration de HC dans les gaz d'échappement dilués, en ppm C1;
- CO_{conce} = concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;
- F_S = facteur stœchiométrique.

Les concentrations mesurées en conditions sèches doivent être converties en valeurs rapportées aux conditions humides conformément à l'annexe III, appendice 1, point 4.2.

Le facteur stœchiométrique est calculé comme suit pour la composition générale de carburant CH_αO_βN_γ:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\beta}{2}\right) + \frac{\gamma}{2}}$$

À titre de variante, les facteurs stœchiométriques suivants peuvent être appliqués si la composition du carburant n'est pas connue:

F_S (éthanol) = 12,3

4.3.2. Systèmes à compensation de débit

Lorsque le système n'est pas équipé d'un échangeur thermique, la masse des polluants (g/essai) est déterminée en calculant les émissions massiques instantanées et en intégrant les valeurs instantanées sur toute la durée du cycle. En outre, la correction initiale est appliquée directement à la valeur instantanée de concentration. Les formules suivantes sont appliquées:

1) NO_{xmass} =

$$\sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times NO_{xconce,i} \times 0,001587) - [M_{TOTW} \times NO_{xconcd} \times (1 - 1/DF) \times 0,001587]$$

2) CO_{mass} =

$$\sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times CO_{conce,i} \times 0,000966) - [M_{TOTW} \times CO_{concd} \times (1 - 1/DF) \times 0,000966]$$

3) HC_{mass} =

$$\sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \times HC_{conce,i} \times 0,000749) - [M_{TOTW} \times HC_{concd} \times (1 - 1/DF) \times 0,000749]$$

où:

conce = concentration du polluant correspondant mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

concd = concentration du polluant correspondant mesurée dans l'air de dilution, en ppm;

M_{TOTW,i} = masse instantanée de gaz d'échappement dilués (voir point 4.1), en kg;

M_{TOTW} = masse totale de gaz d'échappement dilués sur la durée du cycle (voir point 4.1), en kg;

DF = facteur de dilution tel que déterminé au point 4.3.1.1.

4.4. Calcul des émissions spécifiques

Les émissions (g/kWh) sont calculées comme suit pour tous les composants individuels:

$$\overline{\text{NO}_x} = \text{NO}_{x \text{ mass}} / W_{\text{act}}$$

$$\text{CO} = \text{CO}_{\text{mass}} / W_{\text{act}}$$

$$\text{HC} = \text{HC}_{\text{mass}} / W_{\text{act}}$$

où:

W_{act} = travail du cycle effectif tel que déterminé au point 3.9.2, en kWh.

ANNEXE IX

DÉLAIS POUR LA TRANSPOSITION EN DROIT NATIONAL DES DIRECTIVES ABROGÉES

(visés à l'article 9, paragraphe 1)

Partie A

Directives abrogées

Directives	Journal officiel
Directive 88/77/CEE	L 36 du 9.2.1988, p. 33
Directive 91/542/CEE	L 295 du 25.10.1991, p. 1
Directive 96/1/CE	L 40 du 17.2.1996, p. 1
Directive 1999/96/CE	L 44 du 16.2.2000, p. 1
Directive 2001/27/CE	L 107 du 18.4.2001, p. 10

Partie B

Délais de transposition en droit national et d'application

Directive	Délai de transposition	Date d'application
Directive 88/77/CEE	1er juillet 1988	
Directive 91/542/CEE	1er janvier 1992	
Directive 96/1/CE	1er juillet 1996	
Directive 1999/96/CE	1er juillet 2000	
Directive 2001/27/CE	1er octobre 2001	1er octobre 2001

ANNEXE X

TABLEAU DE CORRESPONDANCE

(visé à l'article 9, paragraphe 2)

Directive 88/77/CEE	Directive 91/542/CEE	Directive 1999/96/CE	Directive 2001/27/CE	Présente directive
Article 1	-		-	Article 1
Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 1	Article 2, par. 4
Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 2	Article 2, par. 1
-	Article 2, par. 3	-	-	-
Article 2, par. 3	-	-	-	-
Article 2, par. 4	Article 2, par. 4	Article 2, par. 3	Article 2, par. 3	Article 2, par. 2
-	-	-	Article 2, par. 4	Article 2, par. 3
-	-	-	Article 2, par. 5	-
-	-	Article 2, par. 4	-	Article 2, par. 5
-	-	Article 2, par. 5	-	Article 2, par. 6
-	-	Article 2, par. 6	-	Article 2, par. 7
-	-	Article 2, par. 7	-	Article 2, par. 8
-	-	Article 2, par. 8	-	Article 2, par. 9
Article 3	-	-	-	-
-	-	Articles 5 et 6	-	Article 3
-	-	Article 4	-	Article 4
	Article 3, par. 1	Article 3, par. 1	-	Article 5, par. 1
	Article 3, par. 1 a)	Article 3, par. 1 a)	-	Article 5, par. 2
	Article 3, par. 1 b)	Article 3, par. 1 b)	-	Article 5, par. 3
	Article 3, par. 2	Article 3, par. 2	-	Article 5, par. 4
-	Article 3, par. 3	Article 3, par. 3	-	Article 5, par. 5
Article 4	-	-	-	Article 6

Article 6	Articles 5 et 6	Article 7	-	Article 7
Article 5	Article 4	Article 8	Article 3	Article 8
-	-	-	-	Article 9
-	-	Article 9	Article 4	Article 10
Article 7	Article 7	Article 10	Article 5	Article 11
Annexes I à VII	-	-	-	Annexes I à VII
-	-	-	Annexe VIII	Annexe VIII
-	-	-	-	Annexe IX
-	-	-	-	Annexe X

FICHE D'IMPACT

IMPACT DE LA PROPOSITION SUR LES ENTREPRISES ET, EN PARTICULIER, SUR LES PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES (PME)

TITRE DE LA PROPOSITION

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

Numéro de référence du document

[...]

1. LA PROPOSITION

1.1. **Compte tenu du principe de subsidiarité, pourquoi une législation communautaire est-elle nécessaire dans ce domaine et quels sont ses principaux objectifs?**

La mesure vise à adapter des dispositions existantes à l'évolution des techniques et à mettre en œuvre de nouvelles mesures dans le domaine du contrôle des émissions des poids lourds. Les mesures existantes ont largement contribué à harmoniser le marché communautaire des véhicules depuis 1988. Leur adaptation, qui est explicitement prévue par la directive 1999/96/CE, est l'un des éléments d'un consensus entre le Parlement européen et le Conseil qui a permis l'adoption de ladite directive.

Par le biais de la directive 89/458/CEE du Conseil, la Communauté a décidé d'harmoniser toutes les exigences relatives aux émissions pour les réceptions de moteurs et de véhicules neufs sur la base d'une harmonisation totale. La compétence de la Communauté en la matière est donc exclusive.

La forme d'action la plus adaptée est la législation, fondée soit sur une directive, soit sur un règlement. En tant que directive particulière permettant la mise en œuvre de la réception CE instaurée par la directive 70/156/CEE, qui va être abrogée et remplacée par une proposition de la Commission, la proposition arrête toutes les exigences juridiques nécessaires dans ce domaine.

La présente proposition a néanmoins une structure différente de celle des directives existantes, qui couvre la réception des véhicules à moteur. Elle vise à améliorer l'efficacité du processus de décision et à simplifier la législation proposée, de manière à permettre au Parlement européen et au Conseil de se concentrer davantage sur les orientations et le contenu politiques, tout en laissant à la Commission le soin d'arrêter les prescriptions appropriées en vue de mettre en œuvre ces orientations et ce contenu politiques.

À cet effet, la présente proposition suit une approche à deux niveaux, dans le cadre de laquelle le processus d'élaboration et d'adoption de la législation s'effectuera selon deux voies distinctes:

- les dispositions fondamentales seront définies par le Parlement européen et le Conseil dans une directive fondée sur l'article 251 du traité et arrêtée selon la procédure de codécision;
- les spécifications techniques mettant en œuvre les dispositions fondamentales dans les annexes seront fixées dans une directive arrêtée par la Commission avec le soutien d'un comité de réglementation.

Actuellement, la délégation de pouvoirs exécutifs à la Commission dans le domaine de la réception de véhicules à moteur se limite à l'adaptation de dispositions au progrès technique, conformément à l'article 13 de la directive-cadre relative à la réception des véhicules (directive 70/156/CEE). L'introduction de l'approche "à deux niveaux" proposée nécessitera de modifier l'article précité pour étendre la délégation de pouvoirs exécutifs de manière à autoriser l'adoption de mesures d'exécution et pas uniquement l'adaptation de mesures existantes au progrès technique. À cette fin, une proposition de révision complète de la directive-cadre, comprenant des dispositions étendues pour le comité de réglementation, sera présentée parallèlement à la présente proposition.

Il convient de noter que la proposition relevant de la codécision peut être adoptée par la Commission et transmise au Parlement européen et au Conseil avant que la proposition relevant de la comitologie n'ait été définitivement arrêtée. La proposition relevant de la comitologie sera examinée par des groupes consultatifs de la Commission, tels que le groupe "émissions des véhicules à moteur" (MEVG) ou un groupe de travail spécial du MEVG, avant d'être envoyée au comité de réglementation en vue d'être soumise à un vote et à l'approbation ultérieure de la Commission.

2. L'IMPACT SUR LES ENTREPRISES

2.1. Qui sera touché par la proposition?

L'ensemble du secteur automobile sera touché par la proposition. Celle-ci concernera en particulier les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds, les fabricants et fournisseurs de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, les fabricants et fournisseurs de systèmes électroniques pour véhicules, les fabricants de pièces de rechange, les propriétaires et les exploitants de poids lourds, l'industrie concernée par la réparation et l'entretien des poids lourds et des moteurs de poids lourds, les fabricants et fournisseurs de pièces de rechange pour poids lourds et moteurs de poids lourds, les autorités chargées de la réception et les agences d'essai.

Les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds, les fabricants de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement, les fabricants de systèmes électroniques pour véhicules et les fabricants de pièces de rechange sont généralement des acteurs d'envergure mondiale. Les centres de réparation et d'entretien sont habituellement des petites et moyennes entreprises travaillant souvent en étroite coopération avec les constructeurs de véhicules. Les propriétaires

et exploitants de poids lourds regroupent aussi bien de grandes entreprises possédant de nombreux véhicules que de petits exploitants.

Les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds sont implantés essentiellement en Allemagne, en Suède, en Italie, aux Pays-Bas, en France et au Royaume-Uni. Il n'existe pas de zones géographiques particulières de la Communauté où sont concentrées les autres entreprises concernées par la présente proposition.

2.2. Quelles mesures les entreprises devront-elles prendre pour se conformer à la proposition?

Les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds et les fabricants de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement investissent déjà dans le développement des technologies nécessaires pour respecter les nouvelles normes d'émissions qui seront introduites à partir du 1er octobre 2005, puis, dans un deuxième temps, à partir du 1er octobre 2008.

La présente proposition imposera aux constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds ainsi qu'aux fabricants de systèmes électroniques pour véhicules d'investir dans la mise au point de nouvelles techniques en matière de systèmes OBD. Les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds et les fabricants de systèmes de post-traitement des gaz d'échappement devront faire progresser leurs produits pour garantir une durabilité à long terme. Les propriétaires et exploitants de poids lourds devront investir dans la formation de leurs mécaniciens afin que ceux-ci maîtrisent les technologies plus sophistiquées qui seront utilisées dans les véhicules; il en ira de même pour les sociétés indépendantes d'entretien et de réparation. Les fabricants de pièces de rechange devront garantir la compatibilité de leurs produits avec les technologies plus sophistiquées utilisées dans les poids lourds.

2.3. Quels effets économiques la proposition est-elle susceptible d'avoir?

- La proposition imposera aux fabricants de poids lourds et de moteurs de poids lourds ainsi qu'à tous les fournisseurs concernés de procéder à des investissements supplémentaires afin d'assurer la mise au point, la production et l'homologation des futurs produits nécessaires pour se conformer à la présente proposition. Cela améliorera très vraisemblablement la compétitivité internationale à long terme des constructeurs européens de poids lourds et de moteurs de poids lourds. Il n'y aura pas d'effet négatif sur la création de nouvelles entreprises et il est peu probable que de nouveaux acteurs apparaissent dans ce secteur. La proposition ne présente aucun risque pour les entreprises du secteur.
- La proposition imposera aux exploitants de poids lourds et les entreprises indépendantes du secteur de la réparation des poids lourds de consentir à des investissements supplémentaires dans les matériels d'essai ainsi que dans la formation et le recrutement de personnel qualifié, afin d'être à même de maîtriser les nouvelles technologies utilisées dans les poids lourds à partir de 2005.
- La proposition aura vraisemblablement un effet positif marginal sur l'emploi dans tous les secteurs concernés.

- La proposition aura peu d'effet sur la compétitivité des entreprises, étant donné que les mesures figurant dans la présente proposition s'appliqueront obligatoirement à tous les constructeurs de poids lourds et moteurs de poids lourds qui seront commercialisés dans la Communauté à partir du 1er octobre 2005. La compétitivité de l'industrie de la réparation sera, elle aussi, peu touchée par la proposition, étant donné que les mesures y figurant s'appliqueront à l'ensemble des exploitants et réparateurs.

2.4. Quels sont les coûts de mise en conformité et d'exploitation supplémentaires probables pour les poids lourds et les moteurs de poids lourds?

Les mesures techniques nécessaires pour mettre en œuvre les dispositions fondamentales établies dans la présente proposition seront arrêtées avec le soutien d'un comité de réglementation. Les détails des mesures techniques ne sont donc pas finalisés et, dès lors, les coûts indiqués ici sont provisoires.

Coûts estimés des mesures techniques supplémentaires nécessaires pour satisfaire aux futures valeurs limites d'émissions applicables à partir de 2005 et 2008:

- Les normes d'émissions pour 2005 et 2008 ont été fixées auparavant dans la directive 1999/96/CE. Néanmoins, il est intéressant de présenter ici une estimation des coûts occasionnés par ces futures normes d'émissions.
- Les données des constructeurs semblent indiquer que les coûts liés au respect des normes d'émissions de 2005 devraient se situer entre 1000 et 2000 euros pour les moteurs de poids lourds de faible tonnage, entre 3000 et 7000 euros pour les moteurs de véhicules de moyen tonnage, entre 3500 et 7000 euros pour un gros moteur et entre 3000 et 7000 euros pour un moteur d'autobus, par rapport au coût de moteurs équivalents respectant les normes d'émissions de 2000. Le respect des normes d'émissions de 2008 fera encore augmenter ces coûts de 1000 à 2500 euros selon la taille du moteur. Sur la base des données disponibles auprès des fournisseurs de composants, la limite inférieure de ces fourchettes pourrait être plus réaliste pour la production en volume.
- Les constructeurs s'attendent généralement à une augmentation de la consommation de carburant d'environ 3 % dans le cas de moteurs satisfaisant aux normes de 2005 (par rapport aux moteurs respectant les normes de 2000). Néanmoins, ils prévoient une réduction de 3 à 5 % pour les moteurs satisfaisant aux normes de 2008 (par rapport aux moteurs respectant les normes de 2000). Cela s'explique probablement par le fait que l'on escompte la mise en œuvre d'une technologie faisant appel à des filtres à particules diesel pour satisfaire aux normes de 2005 – ce qui entraîne une augmentation de la consommation de carburant à cause de la contre-pression des gaz d'échappement – et d'un système de réduction catalytique sélective (SCR) pour satisfaire aux normes de 2008 – qui permet une optimisation du rapport NO_x/carburant en faveur de la consommation de carburant lorsqu'un dispositif de dénitrification efficace est utilisé en post-traitement.
- L'adoption d'une technologie SCR généralisée nécessitera une infrastructure de distribution d'urée dans toute l'Europe qui demandera d'importants investissements. Les fabricants de moteurs collaborent étroitement avec les fournisseurs d'urée, l'industrie pétrolière et d'autres acteurs afin de développer

un réseau de distribution adéquat d'ici à 2005. Les prix de l'urée devraient se situer au début autour de 0,60 euro le litre, puis diminuer avec l'augmentation de la demande pour s'établir à environ 0,25 euro le litre. Étant donné que la consommation d'urée (en volume) est équivalente à la diminution de la consommation de carburant avec la SCR, le coût global pour l'exploitant pourra baisser si le prix de l'urée est inférieur à celui du gazole.

Exigences en matière de durée de vie ou de durabilité:

Les constructeurs effectuent des essais de fiabilité sur les produits entrant dans leurs moteurs et sur les différents composants du système. Pour un moteur type de 10 litres, la fiabilité (ou durabilité) peut être évaluée ou simulée sur une utilisation d'environ 1 million de kilomètres. Sur un volume de production d'environ 45 000 moteurs par an, cela équivaut à un coût de quelque 410 euros par moteur. Il s'agit toutefois de frais indirects intervenant avec ou sans nouvelle législation relative à la durabilité.

Aujourd'hui, la plupart des constructeurs européens de poids lourds ou de moteurs de poids lourds doivent apporter la preuve de la durabilité de leurs produits pour satisfaire aux réglementations américaines. Comme cela est indiqué au point 4.2.1 de l'exposé des motifs, les mesures relatives à la durabilité exposées dans la présente proposition relevant de la codécision et devant être exposées dans la proposition relevant de la comitologie sont identiques à celles qui sont prévues actuellement par les réglementations américaines. Un coût additionnel peut donc être estimé en liaison avec les essais ou la démonstration complémentaires effectués sur la durabilité d'une famille de moteurs qui sont exigés pour une réception CE. Le coût pour la réception d'une famille de moteurs peut être calculé en se basant sur le fait que le service technique est présent dans les locaux du constructeur pour sept tests d'émissions complets (ESC, ETC et éventuellement ELR) réalisés à des intervalles réguliers au cours du programme d'accumulation d'heures de fonctionnement défini par le constructeur pour un moteur de poids lourd. Sur la base d'un taux horaire de 135 euros pour la présence lors des essais du moteur et les travaux administratifs, le coût des essais de durabilité pour la réception pourrait s'élever à environ 10 500 euros par famille de moteurs. Rapporté à chaque moteur, ce coût est négligeable comparé au coût nécessaire pour satisfaire réellement aux normes d'émissions de 2005 et 2008.

La Commission estime nécessaire de préciser, dans la directive, certains critères d'entretien ayant trait à la durabilité escomptée des principaux composants concernés par les émissions (intervalles de réparation, remplacement ou nettoyage). Cela n'entraînera toutefois aucune augmentation nette des coûts d'exploitation, puisque les constructeurs devront, dans tous les cas, préciser ces événements dans le calendrier normal d'entretien des différents poids lourds pour les différents modes d'utilisation.

Conformité des véhicules/moteurs en service:

La proposition (voir point 4.2.2 de l'exposé des motifs) exige du constructeur qu'il contrôle sa production de poids lourds ou de moteurs de poids lourds, afin d'évaluer la conformité des véhicules ou moteurs en service en matière de respect des émissions. Ce contrôle (ou toute vérification similaire) doit constituer une pratique normale pour un constructeur: aucun coût supplémentaire n'est donc retenu pour

cette mesure. On considère également qu'aucun coût supplémentaire n'est à supporter pour le développement ou l'installation de matériel complémentaire sur les véhicules.

Cependant, des essais de suivi nécessitant l'installation sur les véhicules de dispositifs de mesure embarqués ou des essais sur banc dynamométrique ou dynamomètre pour moteur entraîneront des coûts supplémentaires qui devront probablement être assumés par le constructeur.

Les essais sur route d'un poids lourd utilisant les types d'équipements de mesure embarqués mentionnés au point 4.2.2 de l'exposé des motifs sont estimés à 3000 euros par essai. Le coût pour soumettre un poids lourd à un essai en régimes stabilisés sur un banc dynamométrique est estimé à 8000 euros, alors que le coût pour soumettre un poids lourd à un essai avec modes transitoires sur un tel banc est estimé à 15 000 euros. La dépose d'un moteur et le test de celui-ci sur les cycles d'essais ESC, ETC et éventuellement ELR ont un coût estimé à environ 25 000 euros.

Même si les mesures techniques nécessaires pour mettre en œuvre un plan de conformité en service seront finalisées lors de nouvelles discussions, les systèmes de mesure embarqués devraient être la solution retenue. Sur cette base, les essais de conformité en service de trois types de véhicules dans une famille en service ne devraient pas représenter plus de 10 000 euros par an.

Ces dispositions ne devraient pas entraîner de coûts pour les exploitants de poids lourds, étant donné qu'il s'agit d'une mesure à laquelle les constructeurs seront tenus de satisfaire dans le cadre de la délivrance de la réception.

Systèmes de diagnostic embarqués (OBD):

De nombreux poids lourds disposent déjà d'une forme ou d'une autre de système de diagnostic spécifique à chaque constructeur. Les modifications de conception et les travaux de développement nécessaires pour mettre en place un système OBD conforme aux spécifications exposées au point 4.2.3 de l'exposé des motifs, au moins pour la première étape en 2005, ne devraient donc pas être importants, rapportés à chaque véhicule ou moteur. Les principaux coûts devraient provenir du développement et des essais des systèmes OBD dans les différents modes de dysfonctionnement, dont le coût est difficile à chiffrer, ainsi que de l'adoption, par certains constructeurs, de modules de contrôle électronique de capacité plus élevée. Les coûts d'exploitation ne seront pas touchés par la mise en place de systèmes OBD et ils devraient être réduits par un diagnostic amélioré et de meilleures réparations, même si les bénéfices sont difficiles à évaluer. On estime que l'adoption de modules de contrôle électronique de capacité plus élevée entraînera, le cas échéant, un surcoût de 10 euros par véhicule/moteur.

Les coûts associés à la seconde phase des systèmes OBD dont la mise en œuvre est prévue à partir de 2008 sont plus difficiles à évaluer à l'heure actuelle.

Cette seconde phase porte essentiellement sur le contrôle complet des dispositifs de post-traitement des gaz d'échappement et nécessitera la mise au point de nombreux systèmes. Il est également très probable que les composants suivants pourront être nécessaires dans un système OBD de ce type:

- *capteurs de NO_x* – actuellement en production, mais uniquement pour une plage de détection de NO_x limitée. La plage de détection doit être élargie pour les applications destinées aux poids lourds. On considère qu'ils devraient représenter un coût supplémentaire relativement élevé;
- *capteurs d'ammoniac* – en phase de pré-production. Les capteurs d'ammoniac ne seront peut-être pas nécessaires si l'on peut utiliser la sensibilité transverse du capteur de NO_x à l'ammoniac et exploiter ainsi doublement le capteur. On considère qu'ils devraient représenter un coût supplémentaire relativement élevé;
- *capteur d'urée* – en phase de laboratoire. Coût inconnu;
- capteurs de pression *différentielle* pour filtre à particules diesel – actuellement en production. Coût supplémentaire relativement modéré;
- *capteur de particules* – en phase de laboratoire. Coût inconnu;
- *capteur de CO ou de HC* – en phase de laboratoire. Coût inconnu, mais il est possible qu'il ne soit pas nécessaire pour les systèmes OBD des poids lourds (cela dépend également des résultats des discussions visant à l'adoption d'une solution mondiale pour les systèmes OBD des poids lourds);
- Sonde lambda à large bande pour la recirculation des gaz d'échappement (EGR) ou le contrôle de l'adsorbent de NO_x – disponible actuellement à un coût relativement modéré;
- *capteur thermique* pour l'EGR, le filtre à gaz d'échappement ou le filtre à particules diesel – pré-production pour les applications destinées aux poids lourds. On considère qu'ils devraient représenter un coût supplémentaire relativement modéré;
- capteur de pression d'injection de carburant, capteur de levée d'aiguille, capteurs de débit massique des gaz d'échappement – production en série. Coût relativement faible à modéré.

Les coûts de la réception sont basés sur les pratiques actuelles en matière de systèmes OBD pour véhicules légers, dans le cas desquels les services techniques consacrent généralement cinq jours maximum à la présence aux essais de l'OBD et à l'examen des informations fournies par le constructeur. Sur la base d'un taux horaire de 135 euros pour la présence lors des essais du système OBD et les travaux administratifs, le coût des essais de réception de l'OBD pourrait s'élever à environ 6 500 euros par famille de moteurs/OBD.

Rapporté à chaque moteur, ce coût total est très réduit par rapport au coût nécessaire pour satisfaire réellement aux limites d'émissions de 2005 et 2008.

2.5. La proposition contient-elle des mesures visant à tenir compte de la situation spécifique des petites et moyennes entreprises (exigences réduites ou différentes, etc.)?

La proposition prévoira certains assouplissements en matière de réception pour les entreprises fabriquant un nombre relativement faible de poids lourds ou de moteurs

de poids lourds. Les constructeurs dont la production annuelle mondiale pour un type de moteur, appartenant à une famille de moteurs/OBD, est inférieure à 500 unités par an pourront présenter leurs produits à la réception selon des exigences légèrement moins strictes que les constructeurs produisant de grands volumes de poids lourds ou de moteurs de poids lourds. L'impact environnemental des petites quantités de véhicules ou moteurs en service ayant bénéficié de cette dérogation sera faible.

3. CONSULTATION

3.1. Liste des organisations qui ont été consultées sur la proposition et exposé des éléments essentiels de leur position

Les associations industrielles ACEA (Association des constructeurs européens d'automobiles), JAMA (Association des constructeurs automobiles japonais) CLEPA (Association européenne des fournisseurs de l'automobile), AECC (Association pour le contrôle des émissions par catalyseur), AFCAR (Alliance pour la liberté des réparations automobiles dans l'Union européenne), CLEDIPA (Comité de liaison européen de la distribution indépendante de pièces de rechange et équipements pour automobiles), AEGPL (Association européenne des gaz de pétrole liquéfiés), ENGVA (Association européenne des véhicules au gaz naturel) ont été consultées sur la présente proposition.

Ces associations se félicitent de l'approche législative à deux niveaux retenue dans la présente proposition et espèrent qu'elle simplifiera le processus législatif et donnera à l'industrie davantage de temps pour se conformer à la législation adoptée. La Commission a pris en considération l'avis et l'expérience de certaines de ces organisations lors de l'élaboration de la présente proposition. Elle a, en particulier, tenu compte de l'expérience acquise par les constructeurs de poids lourds et de moteurs de poids lourds sur le marché américain. Les organisations sont dans l'ensemble favorables aux mesures proposées par la Commission.

Des experts techniques originaires d'Allemagne, de Belgique, du Danemark, de France, d'Italie, des Pays-Bas, du Royaume-Uni et de Suède ont également été consultés. Ces États membres se sont en général félicités de l'approche à deux niveaux retenue dans la présente proposition.