
**Moteurs alternatifs à combustion
interne — Mesurage des émissions de
gaz d'échappement —**

Partie 1:

**Mesurage des émissions de gaz et de
particules au banc d'essai**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission
measurement —*

ISO 8178-1:2006
*Part 1: Test-bed measurement of gaseous and particulate exhaust
emissions*
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e0ae9350-698b-4083-8e00-6fc7cb711898/iso-8178-1-2006>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8178-1:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e0ae9350-698b-4083-8e00-6fc7cb711898/iso-8178-1-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e0ae9350-698b-4083-8e00-6fc7cb711898/iso-8178-1-2006>

© ISO 2006

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et abréviations	4
4.1 Symboles généraux	4
4.2 Symboles pour la composition du carburant	6
4.3 Symboles et abréviations pour les composés chimiques	6
4.4 Abréviations	7
5 Conditions d'essai	7
5.1 Conditions d'essai des moteurs	7
5.2 Moteurs avec refroidissement de l'air d'alimentation	8
5.3 Puissance	8
5.4 Conditions d'essai spécifiques	9
6 Carburants d'essai	10
7 Équipement de mesure et données à mesurer	10
7.1 Généralités	10
7.2 Spécifications du dynamomètre	11
7.3 Débit des gaz d'échappement	11
7.4 Exactitude	14
7.5 Détermination des composants gazeux	15
7.6 Détermination des particules	19
8 Étalonnage des instruments analytiques	22
8.1 Exigences générales	22
8.2 Gaz d'étalonnage	22
8.3 Mode opératoire des analyseurs et du système d'échantillonnage	23
8.4 Essai de fuite	24
8.5 Mode opératoire d'étalonnage	24
8.6 Étalonnage de l'analyseur de gaz traceur pour la mesure du débit des gaz d'échappement	25
8.7 Essai de rendement du convertisseur de NO_x	25
8.8 Réglage du détecteur à ionisation de flamme (FID)	27
8.9 Effets des interférences avec les analyseurs de CO, CO₂, NO_x, O₂, NH₃ et N₂O	31
8.10 Intervalles d'étalonnage	35
9 Étalonnage du système de mesure des particules	35
9.1 Généralités	35
9.2 Mode opératoire d'étalonnage	35
9.3 Contrôle des conditions de débit partiel	36
9.4 Intervalles d'étalonnage	36
10 Étalonnage du système de dilution à débit complet du CVS	36
10.1 Généralités	36
10.2 Étalonnage de la pompe volumétrique (PDP)	36
10.3 Étalonnage du venturi à écoulement critique (CFV)	38
10.4 Étalonnage du venturi subsonique (SSV)	38
10.5 Vérification du système complet	40
11 Conditions de fonctionnement (cycles d'essai)	41

12	Conduite de l'essai.....	41
12.1	Préparation des filtres d'échantillonnage	41
12.2	Installation de l'équipement de mesure.....	41
12.3	Démarrage du système de dilution et du moteur	41
12.4	Réglage du rapport de dilution.....	41
12.5	Détermination des points d'essai.....	42
12.6	Contrôle des analyseurs	42
12.7	Cycles d'essai	42
12.8	Nouveau contrôle des analyseurs.....	43
12.9	Rapport d'essai	44
13	Évaluation des données relatives aux émissions gazeuses et de particules	44
13.1	Émissions gazeuses	44
13.2	Émissions de particules	44
14	Calcul des émissions gazeuses	45
14.1	Généralités.....	45
14.2	Détermination du débit de gaz d'échappement	45
14.3	Correction sec/humide	46
14.4	Correction du NO _x , en fonction de l'humidité et de la température	47
14.5	Calcul des débits-masses des émissions	48
14.6	Calcul de l'émission spécifique	52
15	Calcul des émissions de particules	53
15.1	Facteur de correction pour les particules en fonction de l'humidité	53
15.2	Système de dilution à débit partiel.....	53
15.3	Système de dilution à débit complet.....	54
15.4	Calcul du débit-masse des particules.....	55
15.5	Calcul des émissions spécifiques.....	56
15.6	Coefficient de pondération effectif.....	56
16	Détermination des émissions gazeuses.....	56
16.1	Généralités.....	56
16.2	Composants principaux des gaz d'échappement CO, CO ₂ , HC, NO _x , O ₂	57
16.3	Analyse de l'ammoniac	61
16.4	Analyse du méthane	63
16.5	Analyse du méthanol	66
16.6	Analyse du formaldéhyde	67
17	Détermination des particules.....	69
17.1	Généralités.....	69
17.2	Système de dilution	69
17.3	Système d'échantillonnage des particules	86
Annexe A (normative) Calcul du débit-masse des gaz d'échappement et/ou du débit-masse de l'air comburant		90
Annexe B (informative) Exemple de programme de calcul des débit-masses des gaz d'échappement.....		110
Annexe C (informative) Calcul thermique (tube de transfert)		114
Annexe D (informative) Détermination de l'équivalence des systèmes.....		118
Annexe E (informative) Paramètres spécifiques au carburant		120
Annexe F (normative) Contrôle du flux de carbone.....		124
Bibliographie		126

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 8178-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 70, *Moteurs à combustion interne*, sous-comité SC 8, *Mesurage des émissions de gaz d'échappement*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8178-1:1996), qui a fait l'objet d'une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e0ae9350-698b-4083-8e00-667cb711898/iso-8178-1-2006>

L'ISO 8178 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement*:

- *Partie 1: Mesurage des émissions de gaz et de particules au banc d'essai*
- *Partie 2: Mesurage des émissions de gaz et de particules sur site*
- *Partie 3: Définitions et méthodes de mesure de la fumée des gaz d'échappement dans des conditions stabilisées*
- *Partie 4: Cycles d'essai pour différentes applications des moteurs*
- *Partie 5: Carburants d'essai*
- *Partie 6: Rapport de mesure et d'essai*
- *Partie 7: Détermination des familles de moteurs*
- *Partie 8: Détermination des groupes de moteurs*
- *Partie 9: Cycles et procédures d'essai pour le mesurage au banc d'essai des émissions de fumées des gaz d'échappement des moteurs alternatifs à combustion interne à allumage par compression fonctionnant en régime transitoire*
- *Partie 10: Cycles et procédures d'essai pour le mesurage sur site des émissions de fumées de gaz d'échappement des moteurs à allumage par compression fonctionnant en régime transitoire*
- *Partie 11: Mesurage au banc d'essai des émissions de gaz et de particules des gaz d'échappement de moteurs d'engins mobiles non routiers en régime transitoire*

Introduction

La présente partie de l'ISO 8178 est prévue pour être utilisée comme méthode de mesure pour déterminer les niveaux d'émissions de gaz et de particules des moteurs alternatifs à combustion interne (RIC) pour toute utilisation autre que sur les automobiles. Son but est de fournir un dossier des caractéristiques des émissions des moteurs qui, par l'application de coefficients de pondération appropriés, peuvent être utilisés comme indication des niveaux d'émission des moteurs dans différentes applications. Ces résultats d'émission sont exprimés en grammes par kilowatt-heure et représentent le débit-masse des émissions par unité de travail accompli.

Bien que la présente partie de l'ISO 8178 soit conçue pour les moteurs non destinés aux automobiles, elle partage de nombreux principes avec des méthodes de mesure des émissions de gaz et de particules qui ont été utilisées pendant de nombreuses années pour les moteurs des véhicules routiers. L'une des méthodes d'essai qui partage plusieurs de ces principes est la méthode de dilution complète, présentement spécifiée pour l'homologation des moteurs de camions aux USA depuis 1985. Une autre des méthodes d'essai est la méthode de mesure directe des émissions gazeuses dans les gaz d'échappement non dilués, actuellement spécifiée pour l'homologation des moteurs de camions au Japon et en Europe.

Plusieurs méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 8178 sont des rapports détaillés de méthodes de laboratoire, puisque la détermination d'une valeur des émissions nécessite l'exécution d'un ensemble complexe de mesurages individuels plutôt que l'obtention d'une valeur unique mesurée. Ainsi, les résultats obtenus dépendent aussi bien de l'exécution des mesurages que du moteur et de la méthode d'essai.

L'évaluation des émissions des moteurs pour applications non routières est plus compliquée que celle pour les moteurs utilisés sur route, du fait de la diversité des applications. Par exemple, les applications routières consistent essentiellement à déplacer une charge d'un point à un autre, sur une chaussée pavée. Les contraintes des chaussées pavées, les charges maximales acceptables par le revêtement, et les qualités maximales admissibles du carburant réduisent l'étendue des applications des véhicules routiers et la taille des moteurs. Les moteurs et véhicules non routiers comprennent une plage plus étendue de dimensions, y compris les moteurs actionnant l'équipement. De nombreux moteurs sont suffisamment gros pour empêcher l'application des méthodes d'essai et l'utilisation de l'équipement d'essai qui étaient acceptables pour les moteurs à utilisation routière. Dans les cas où l'utilisation de dynamomètres est impossible, il faut réaliser des essais sur site ou dans des conditions appropriées.

Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement —

Partie 1: Mesurage des émissions de gaz et de particules au banc d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8178 prescrit les méthodes de mesure et d'évaluation, au banc d'essai, des émissions de gaz et de particules des gaz d'échappement des moteurs alternatifs à combustion interne (RIC) en régime permanent, nécessaires pour déterminer une valeur pondérée pour chaque polluant des gaz d'échappement. Différentes combinaisons de charge et de vitesse du moteur reflètent différentes applications du moteur (voir l'ISO 8178-4).

La présente partie de l'ISO 8178 est applicable aux moteurs alternatifs à combustion interne pour installations mobiles, transportables ou fixes, à l'exclusion des moteurs de véhicules conçus originellement pour une utilisation sur route. La présente partie de l'ISO 8178 peut être appliquée aux moteurs utilisés, par exemple, pour les engins de terrassement, pour les groupes électrogènes, et pour d'autres applications.

Dans des cas limités, le moteur peut être testé au banc d'essai conformément à l'ISO 8178-2, qui est le document traitant des essais sur site. Cela ne peut se produire qu'avec accord des parties concernées. Il convient de reconnaître que les données obtenues dans ces conditions peuvent ne pas concorder complètement avec les données précédentes ou ultérieures, obtenues selon la présente partie de l'ISO 8178. Par conséquent, il est recommandé que cette option ne soit appliquée que pour les moteurs construits en quantités très limitées comme les très gros moteurs marins ou les moteurs pour groupes électrogènes.

Pour les moteurs utilisés dans des machines couvertes par des exigences supplémentaires (par exemple les réglementations relatives à l'hygiène et à la sécurité du travail, ou celles relatives aux installations de production d'énergie), des conditions d'essai supplémentaires et des méthodes d'évaluation spéciales peuvent s'appliquer.

Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser un banc d'essai ou lorsque des informations relatives aux émissions réelles du moteur en service sont requises, les méthodes d'essai sur site et d'étalonnage prescrites dans l'ISO 8178-2 sont appropriées.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 31-0:1992, *Grandeurs et unités — Partie 0: Principes généraux*

ISO 3046-1:2002, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Performances — Partie 1: Déclaration de la puissance et de la consommation de carburant et d'huile de lubrification, et méthodes d'essai — Exigences supplémentaires pour les moteurs d'usage général*

ISO 8178-1:2006(F)

ISO 5167-1:2003, *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire — Partie 1: Principes généraux et exigences générales*

ISO 5725-1, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*

ISO 5725-2:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 8178-4:1996, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 4: Cycles d'essai pour différentes applications des moteurs*

ISO 8178-5:1997, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 5: Carburants d'essai*

ISO 8178-6:2000, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 6: Rapport de mesure et d'essai*

ISO 9000:2005, *Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 9096:2003, *Émissions de sources fixes — Détermination manuelle de la concentration en masse de poussières*

ISO 14396:2002, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Détermination et méthode de mesurage de la puissance — Exigences supplémentaires pour les essais d'émissions de gaz d'échappement suivant l'ISO 8178*

ISO 15550:2002, *Moteurs à combustion interne — Détermination et méthode de mesure de la puissance du moteur — Exigences générales*

ISO 16183:2002, *Moteurs de poids lourds — Détermination, sur cycle transitoire, des émissions de polluants gazeux par mesure des concentrations dans les gaz d'échappement bruts et des émissions de particules en utilisant un système de dilution partielle.*

SAE J 1088:1993, *Test procedure for the measurement of gaseous exhaust emissions from small utility engines*

SAE J 1151:1991, *Methane measurement using gas chromatography*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 particules

toute matière collectée sur un milieu filtrant spécifié après dilution des gaz d'échappement avec un air filtré propre à une température supérieure à 315 K (42 °C) et inférieure ou égale à 325 K (52 °C), mesurée à un point immédiatement en amont du filtre primaire

NOTE 1 Les particules sont essentiellement du carbone, des hydrocarbures condensés et des sulfates plus de l'eau.

NOTE 2 Les particules définies dans la présente partie de l'ISO 8178 sont considérablement différentes, en composition et en masse, des particules ou poussières prélevées directement sur des gaz d'échappement non dilués, en utilisant la méthode du filtre chaud (par exemple l'ISO 9096). Il est définitivement prouvé que le mesurage des particules décrit dans la présente partie de l'ISO 8178 est efficace pour les carburants dont la teneur en soufre est inférieure ou égale à 0,8 %.

NOTE 3 L'exigence relative à la température du filtre a été modifiée par rapport à celle spécifiée dans l'ISO 8178-1:1996, afin de refléter les dispositions légales les plus récentes tant aux États-Unis que dans l'Union Européenne. Les systèmes existants élaborés conformément aux exigences de l'ISO 8178-1:1996 peuvent toujours être utilisés.

3.2

dilution à débit partiel

procédé de séparation d'une partie des gaz d'échappement bruts de la totalité des gaz d'échappement, puis mélange de cette partie avec une quantité appropriée d'air de dilution en amont du filtre d'échantillonnage

NOTE Voir 17.2.1, Figures 10 à 18.

3.3

dilution à débit complet

procédé de mélange de l'air de dilution avec la totalité des gaz d'échappement avant la séparation d'une fraction des gaz d'échappement dilués pour analyse

NOTE Il est habituel, dans de nombreux systèmes de dilution à débit complet, de diluer une seconde fois cette fraction des gaz d'échappement prédilués, pour obtenir des températures d'échantillon appropriées au niveau du filtre de particules (voir 17.2.2, Figure 19).

3.4

échantillonnage isocinétique

procédé de contrôle du débit de l'échantillon de gaz d'échappement, en maintenant la vitesse moyenne de l'échantillon au niveau de la sonde égale à la vitesse moyenne d'écoulement des gaz d'échappement

3.5

échantillonnage non isocinétique

procédé de contrôle du débit de l'échantillon de gaz d'échappement indépendamment de la vitesse d'écoulement des gaz d'échappement

3.6

méthode à filtres multiples

procédé consistant à utiliser une paire de filtres pour chacun des modes du cycle d'essai

NOTE Les coefficients de pondération modaux sont pris en compte après l'échantillonnage pendant la phase d'évaluation des données de l'essai.

3.7

méthode à filtre unique

procédé consistant à utiliser une paire de filtres pour l'ensemble des modes du cycle d'essai

NOTE Il faut que les coefficients de pondération modaux soient pris en compte par réglage du débit et/ou de la durée d'échantillonnage, pendant la phase d'échantillonnage des particules du cycle d'essai. Cette méthode impose d'accorder une attention particulière à la durée d'échantillonnage et aux débits.

3.8

émissions spécifiques

émissions massiques exprimées en grammes par kilowatt-heure

NOTE Pour de nombreux types de moteurs relevant du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 8178, les auxiliaires qui seront montés sur le moteur en service ne seront pas connus au moment de la fabrication ou de la certification.

Lorsqu'il n'est pas approprié de soumettre à essai le moteur dans les conditions définies dans l'ISO 14396 (par exemple si le moteur et la transmission constituent un ensemble complet), le moteur peut uniquement être soumis à essai équipé d'autres auxiliaires. Dans ce cas, il convient de déterminer les réglages du dynamomètre conformément à 5.3 et 12.5. Il convient que les pertes dues aux auxiliaires ne dépassent pas 5 % de la puissance maximale observée. Les pertes dépassant 5 % doivent être approuvées par les parties concernées avant l'essai.

3.9 puissance au frein
 puissance observée mesurée au vilebrequin ou son équivalent, le moteur étant équipé seulement des auxiliaires de série nécessaires pour son fonctionnement sur le banc d'essai

NOTE Voir 5.3 et l'ISO 14396.

3.10 auxiliaires
 équipements et dispositifs dont la liste est donnée dans l'ISO 14396

4 Symboles et abréviations

4.1 Symboles généraux

Symbole	Terme	Unité
A/F_{st}	Rapport stœchiométrique air/carburant	1
A_p	Aire de la section transversale de la sonde d'échantillonnage isocinétique	m ²
A_r	Masse atomique	g
A_x	Aire de la section transversale de la tubulure d'échappement	m ²
c_c	Concentration corrigée du bruit de fond	ppm % (V/V)
c_d	Concentration de l'air de dilution	ppm % (V/V)
c_x	Concentration de l'échappement (avec suffixe de dénomination du composant)	ppm % (V/V)
D	Facteur de dilution	1
E_{CO_2}	Affaiblissement par le CO ₂ de l'analyseur NO _x	%
E_E	Rendement de l'éthane	%
E_{H_2O}	Affaiblissement par l'eau de l'analyseur NO _x	%
E_M	Rendement du méthane	%
E_{NO_x}	Rendement du convertisseur NO _x	%
e_{PT}	Émissions de particules	g/kW·h
e_x	Émissions de gaz (avec suffixe de dénomination du composant)	g/kW·h
λ	Facteur d'excès d'air (([kg air sec] / ([kg combustible] * [A/F _{st}]))	1
λ_{Ref}	Facteur d'excès d'air aux conditions de référence	1
f_a	Facteur atmosphérique du laboratoire	1
f_c	Facteur de carbone	1
f_{fd}	Facteur spécifique au carburant pour le calcul du débit des gaz d'échappement secs	1
f_{fh}	Facteur spécifique au carburant pour le calcul des concentrations en gaz humides à partir des concentrations en gaz secs	1
f_{fw}	Facteur spécifique au carburant pour le calcul du débit des gaz d'échappement humides	1
H_a	Humidité absolue de l'air d'admission (g eau/kg air sec)	g/kg
H_d	Humidité absolue de l'air de dilution (g eau/kg air sec)	g/kg
i	Indice indiquant un mode particulier	1
k_f	Facteur spécifique au carburant pour le calcul du bilan carbone	1
k_{hd}	Facteur de correction d'humidité pour le NO _x pour les moteurs diesel	1

Symbole	Terme	Unité
k_{hp}	Facteur de correction d'humidité pour le NO _x pour les moteurs à essence	1
k_p	Facteur de correction d'humidité pour les particules	1
k_{wa}	Facteur de correction de l'état sec à l'état humide pour l'air d'admission	1
k_{wd}	Facteur de correction de l'état sec à l'état humide pour l'air de dilution	1
k_{we}	Facteur de correction de l'état sec à l'état humide pour les gaz d'échappement dilués	1
k_{wr}	Facteur de correction de l'état sec à l'état humide pour les gaz d'échappement bruts	1
M	Valeur du couple exprimée en pourcentage du couple maximal pour la vitesse du moteur d'essai	%
M_r	Masse moléculaire	g
m_d	Masse de l'échantillon d'air de dilution passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	kg
$m_{f,d}$	Masse des échantillons de particules de l'air de dilution collecté	mg
m_f	Masse de l'échantillon de particules collectées	mg
m_{sep}	Masse de l'échantillon des gaz d'échappement dilués passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	kg
P_A	Pression de sortie absolue à la sortie de la pompe	kPa
p_a	Pression de vapeur saturante de l'air d'admission du moteur	kPa
p_b	Pression atmosphérique totale	kPa
p_d	Pression de vapeur saturante de l'air de dilution	kPa
p_r	Pression de vapeur d'eau après refroidissement	kPa
p_s	Pression atmosphérique de l'air sec	kPa
P	Puissance au frein non corrigée	kW
P_{aux}	Puissance totale déclarée absorbée par les auxiliaires montés pour l'essai et non prescrits par l'ISO 14396	kW
P_m	Puissance maximale mesurée ou déclarée à la vitesse d'essai du moteur dans les conditions d'essai (voir 12.5)	kW
q_{mad}	Débit-masse de l'air d'admission sec	kg/h
q_{maw}	Débit-masse de l'air d'admission humide	kg/h
q_{mdw}	Débit-masse de l'air de dilution humide	kg/h
q_{medf}	Débit-masse équivalent des gaz d'échappement dilués humides	kg/h
q_{mew}	Débit-masse des gaz d'échappement humides	kg/h
q_{mf}	Débit-masse du carburant	kg/h
q_{mdew}	Débit-masse des gaz d'échappement dilués humides	kg/h
q_{mgas}	Débit-masse des émissions de gaz individuel	g/h
q_{mPT}	Débit-masse des particules	g/h
r_d	Rapport de dilution	1
r_a	Rapport des aires des sections transversales de la sonde isocinétique et de la tubulure d'échappement	1
R_a	Humidité relative de l'air d'admission	%
R_d	Humidité relative de l'air de dilution	%
r_h	Coefficient de réponse du détecteur à ionisation de flamme	1
r_m	Coefficient de réponse du détecteur à ionisation de flamme pour le méthanol	1
r_x	Rapport de la gorge du venturi subsonique à la pression statique absolue à l'entrée	1
r_y	Rapport du diamètre de la gorge du venturi subsonique, d , au diamètre intérieur de la tubulure d'admission	1

Symbole	Terme	Unité
ρ	Masse volumique	kg/m ³
S	Réglage du dynamomètre	kW
T_a	Température absolue de l'air d'admission	K
T_d	Température absolue du point de rosée	K
T_{ref}	Température absolue de référence (de l'air de combustion: 298 K)	K
T_c	Température absolue de l'air refroidi	K
T_{cref}	Température absolue de référence de l'air refroidi	K
V_m	Volume molaire	l
W_f	Coefficient de pondération	1
W_{fe}	Coefficient de pondération effectif	1

4.2 Symboles pour la composition du carburant

w_{ALF} Concentration H de carburant, % en masse

w_{BET} Concentration C de carburant, % en masse

w_{GAM} Concentration S de carburant, % en masse

w_{DEL} Concentration N de carburant, % en masse

w_{EPS} Concentration O de carburant, % en masse

α Rapport molaire (H/C)

β Rapport molaire (C/C)

γ Rapport molaire (S/C)

δ Rapport molaire (N/C)

ε Rapport molaire (O/C)

NOTE La conversion de la concentration massique en rapport molaire est fournie dans les Équations (A.3) à (A.12) de l'Annexe A.

4.3 Symboles et abréviations pour les composés chimiques

ACN Acétonitrile

C1 Hydrocarbures exprimés en équivalent carbone 1

CH₄ Méthane

C₂H₆ Éthane

C₃H₈ Propane

CH₃OH Méthanol

CO Monoxyde de carbone

CO₂ Dioxyde de carbone

DNPH Dinitrophénylhydrazine

DOP Dioctylphtalate

HC Hydrocarbures

HCHO Formaldéhyde

H ₂ O	Eau
NH ₃	Ammoniac
NMHC	Hydrocarbures non méthane
NO	Monoxyde d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote
N ₂ O	Protoxyde d'azote
O ₂	Oxygène
RME	Ester méthylique de colza
SO ₂	Dioxyde de soufre
SO ₃	Trioxycide de soufre

4.4 Abréviations

CFV	Venturi à écoulement critique
CLD	Détecteur à chimiluminescence
CVS	Échantillon à volume constant
ECS	Détecteur électrochimique
FID	Détecteur à ionisation de flamme
FTIR	Analyseur à infrarouges à transformée de Fourier
GC	Chromatographe en phase gazeuse
HCLD	Détecteur à chimiluminescence chauffé
HFID	Détecteur à ionisation de flamme chauffé
HPLC	Chromatographe en phase liquide à haute pression
NDIR	Analyseur à infrarouges non dispersif
NMC	Séparateur de méthane
PDP	Pompe volumétrique
PMD	Détecteur paramagnétique
PT	Particules
UVD	Détecteur à ultraviolets
ZRDO	Détecteur à dioxyde de zirconium

5 Conditions d'essai

5.1 Conditions d'essai des moteurs

5.1.1 Paramètres des conditions d'essai

La température absolue de l'air d'admission du moteur, T_a , exprimée en kelvins, et la pression atmosphérique de l'air sec, p_s , exprimée en kilopascals, doivent être mesurées, et le paramètre f_a doit être déterminé comme suit.

a) Pour les moteurs à allumage par compression

Moteurs atmosphériques et moteurs suralimentés par motocompresseur:

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

Moteurs suralimentés par turbocompresseur avec ou sans refroidissement de l'air d'admission:

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

b) Pour les moteurs à allumage par étincelle

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

NOTE Les Équations (1) à (3) sont identiques à la législation des émissions de gaz d'échappement de l'ECE, de la CEE et de l'EPA, mais sont différentes des formules de correction de la puissance de l'ISO.

5.1.2 Validité des essais

Pour qu'un essai soit reconnu valable, le paramètre f_a doit être tel que

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07 \quad (4)$$

Il est recommandé de réaliser les essais avec des valeurs du paramètre f_a comprises entre 0,96 et 1,06.

5.2 Moteurs avec refroidissement de l'air d'alimentation

La température de l'air d'alimentation doit être consignée et doit, en régime de puissance nominale déclarée et à pleine charge, être égale à ± 5 K de la température maximale de l'air d'alimentation spécifiée par le constructeur. La température du fluide de refroidissement doit être d'au moins 293 K (20 °C).

Si un dispositif d'essai en atelier ou un ventilateur extérieur est utilisé, la température de l'air d'alimentation doit être réglée à ± 5 K de la température maximale de l'air d'alimentation spécifiée par le constructeur en régime de puissance nominale déclarée et à pleine charge. La température et le débit du fluide de refroidissement dans le refroidisseur d'air d'alimentation à la valeur de consigne susmentionnée ne doivent pas varier pendant tout le cycle d'essai. Le volume d'air d'alimentation dans le refroidisseur doit être réglé selon les bonnes pratiques techniques et en fonction des applications types pour les véhicules/machines.

5.3 Puissance

La base de mesurage des émissions spécifiques est la puissance au frein non corrigée, définie dans l'ISO 14396. Le moteur doit être soumis à essai avec les auxiliaires nécessaires au fonctionnement du moteur. S'il est impossible ou inapproprié d'installer les auxiliaires sur le banc d'essai, la puissance absorbée par ces auxiliaires doit être déterminée et soustraite de la puissance mesurée du moteur.

Pour l'essai, il convient de retirer certains auxiliaires nécessaires uniquement pour le fonctionnement de la machine et pouvant être montés sur le moteur. La liste non exhaustive suivante est donnée à titre d'exemple:

- compresseur d'air pour les freins;
- compresseur pour direction assistée;
- compresseur d'air conditionné;

— pompes pour les commandes hydrauliques.

Pour plus de détails, voir 3.9 et l'ISO 14396.

Lorsque les auxiliaires n'ont pas été retirés, la puissance qu'ils absorbent à la vitesse d'essai doit être déterminée pour calculer les réglages du dynamomètre, conformément à 12.5, à l'exception des cas où ce type d'auxiliaires fait partie intégrante du moteur (par exemple avec les ventilateurs des moteurs à refroidissement par air).

5.4 Conditions d'essai spécifiques

5.4.1 Système d'admission d'air du moteur

Le moteur doit être équipé d'un système d'admission d'air ou d'un dispositif d'essai en atelier présentant un étranglement à l'admission d'air, réglé à ± 300 Pa de la valeur maximale spécifiée par le constructeur pour un filtre à air propre en régime de puissance nominale et à pleine charge.

Si le moteur est équipé d'un système d'admission d'air intégral, il doit être utilisé pour les essais.

NOTE Les restrictions sont à établir à la vitesse nominale et à pleine charge.

5.4.2 Système d'échappement du moteur

Le moteur doit être équipé d'un système d'échappement ou d'un dispositif d'essai en atelier présentant une contre-pression à l'échappement, réglée à ± 650 Pa de la valeur maximale spécifiée par le constructeur en régime de puissance nominale et à pleine charge. Le système d'échappement doit être conforme aux exigences relatives à l'échantillonnage des gaz d'échappement, définies en 7.5.5, 17.2.1, EP et 17.2.2, EP.

Si le moteur est équipé d'un système d'échappement intégral, le système doit être utilisé pour les essais.

Si le moteur est équipé d'un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement, le diamètre de la tubulure d'échappement doit correspondre à au moins 4 diamètres de tubulure en amont de l'admission au début de la section d'extension comprenant le dispositif de post-traitement. La distance entre la bride du collecteur d'échappement ou la sortie du turbocompresseur et le dispositif de post-traitement des gaz d'échappement doit être identique à la distance prévue dans la configuration du moteur, ou doit être comprise dans les spécifications de distances fournies par le constructeur. Le système de contre-pression de l'échappement ou l'étranglement doit respecter les critères susmentionnés, et peut être équipé d'une vanne. Le conteneur destiné au post-traitement peut être retiré pendant les essais factices et la cartographie du moteur, et être remplacé par un conteneur équivalent au support catalytique inactif.

NOTE Les restrictions sont à établir à la vitesse nominale et à pleine charge.

5.4.3 Système de refroidissement

Un système de refroidissement du moteur d'une capacité suffisante pour maintenir le moteur aux températures de fonctionnement normales prescrites par le constructeur doit être utilisé.

5.4.4 Huile de lubrification

Les spécifications de l'huile de lubrification utilisée pour l'essai doivent être consignées et jointes aux résultats d'essai.

5.4.5 Carburateurs réglables

Pour les moteurs équipés de carburateurs réglables, l'essai doit être réalisé aux deux extrémités du réglage.