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

Partie 9:

**Cycles et procédures d'essai
pour le mesurage au banc d'essai
des émissions de fumées de gaz
d'échappement des moteurs
alternatifs à combustion interne
à allumage par compression
fonctionnant en régime transitoire**

<https://standards.iteh.org/standards/iso/8178-9/2019>
<https://standards.iteh.org/standards/iso/8178-9/2019>

*Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission
measurement —*

*Part 9: Test cycles and test procedures for measurement of exhaust
gas smoke emissions from compression ignition engines using an
opacimeter*



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 8178-9:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +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.....	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et termes abrégés	4
4.1 Symboles.....	4
4.2 Termes abrégés.....	5
5 Conditions d'essai	6
6 Carburants d'essai	6
7 Équipement de mesure et exactitude	6
7.1 Généralités.....	6
7.2 Équipement d'essai relatif au moteur et à l'environnement.....	6
7.3 Opacimètres.....	7
7.3.1 Généralités.....	7
7.3.2 Type d'opacimètres.....	7
7.3.3 Spécifications relatives à la performance.....	7
7.3.4 Étalonnage de l'opacimètre.....	8
8 Exécution de l'essai	9
8.1 Installation de l'équipement de mesure.....	9
8.1.1 Généralités.....	9
8.1.2 Tubulure d'échappement.....	9
8.1.3 Clapets pare-pluie.....	9
8.1.4 Essais sur site.....	10
8.2 Vérification de l'opacimètre.....	11
8.3 Cycle d'essai.....	11
9 Évaluation des données et calcul	11
9.1 Évaluation des données.....	11
9.1.1 Exigences générales — Opacimètres.....	11
9.1.2 Relations de la loi Beer-Lambert.....	12
9.1.3 Conversion des données.....	12
9.1.4 Valeurs d'entrée de la longueur effective du trajet optique.....	12
9.2 Algorithme du filtre de signal.....	13
9.2.1 Généralités.....	13
9.2.2 Calcul du temps de montée du filtre et des constantes de Bessel.....	13
9.2.3 Calcul des valeurs d'émission de fumées filtrées de Bessel.....	15
9.3 Traitement alternatif du signal.....	15
9.3.1 Généralités.....	15
9.3.2 Spécifications alternatives.....	16
10 Spécifications des conceptions d'opacimètres	16
10.1 Généralités.....	16
10.2 Opacimètre à débit total.....	16
10.2.1 Généralités.....	16
10.2.2 Composants d'un opacimètre à débit total.....	17
10.3 Détermination de la longueur effective du trajet optique (L_A).....	18
10.3.1 Généralités.....	18
10.3.2 Dimensions extérieures et intérieures de tuyaux d'échappement.....	18
10.4 Opacimètre à débit partiel.....	22
10.4.1 Généralités.....	22
10.4.2 Composants d'un opacimètre à débit partiel.....	23

Annexe A (informative) Aperçu des méthodes de mesure des particules et de la suie	26
Annexe B (informative) Exemple d'une procédure de calcul	28
Annexe C (informative) Remarques sur les cycles d'essai	40
Annexe D (normative) Cycle d'essai pour les moteurs à vitesse variable pour applications non routières	42
Annexe E (normative) Cycle d'essai pour les moteurs non routiers à vitesse constante	49
Annexe F (normative) Cycle d'essai pour les moteurs marins de propulsion	53
Annexe G (normative) Cycle d'essai pour les moteurs à vitesse variable de type F (moteurs de traction ferroviaires)	60
Annexe H (informative) Essais à vitesses constantes sur la courbe de pleine charge	64
Annexe I (normative) Compte-rendu des résultats de l'essai d'émission de fumées	66
Bibliographie	69

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8178-9:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>

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 procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 70, *Moteurs à combustion interne*, sous-comité SC 8, *Mesurage des émissions de gaz d'échappement*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 8178-9:2012 et ISO 8178-10:2002, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport aux éditions précédentes sont les suivantes:

- l'ISO 8178-10:2002 a été incorporée dans le présent document
- les termes et définitions ont été harmonisés dans l'ISO 8178 et différences avec d'autres normes ISO ont été décrites le cas échéant.
- Les spécifications redondantes de l'équipement d'essai, des exigences d'étalonnage et de vérification ont été supprimées ou remplacées par des références à d'autres parties de la série ISO 8178.
- Correction de la densité de la fumée ambiante a été supprimée
- l'ordre des annexes a été modifié
- l'[Annexe A](#) a été ajoutée- Aperçu des méthodes de mesure des particules et de la suie
- l'[Annexe H](#) a été ajoutée - Essais à vitesses constantes sur la courbe de pleine charge
- l'[Annexe I](#) a été ajoutée - Compte-rendu des résultats de l'essai d'émission de fumées

Une liste de toutes les parties de la série ISO 8178 est disponible sur le site Internet de l'ISO.

Il convient d'adresser tout retour ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8178-9:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>

Introduction

Il existe actuellement à l'échelle mondiale de nombreuses méthodes de mesure des fumées sous diverses formes. Certaines de ces méthodes sont conçues pour des mesures au banc d'essai et sont destinées à être utilisées aux fins de certification ou d'essai de type. D'autres sont conçues pour des essais sur site et peuvent être utilisées dans les programmes de contrôle et de maintenance. Il existe différentes méthodes de mesure des fumées qui satisfont les besoins des différentes autorités et industries.

Les deux méthodes de mesure des émissions de fumées sont généralement (1) la méthode FSN (indice de fumée du filtre), qui mesure l'absorption de la lumière à partir de la variation entre la réflectance de la lumière visible avec un papier-filtre noircissant et celle avec un filtre propre (fumimètres à filtre), et (2) la méthode d'opacité des gaz d'échappement, qui mesure la transmittance à partir de l'absorption et de la dispersion de la lumière (fumimètres du type opacimètre).

La [Figure A.1](#) de l'[Annexe A](#) donne un aperçu des méthodes de mesure spécifiées par une norme ISO, dont les méthodes FSN et d'opacité respectivement.

L'ISO 8178-4 spécifie un certain nombre de différents cycles d'essai à utiliser pour caractériser et contrôler les émissions de gaz et de particules des moteurs pour applications non routières, dans des conditions de fonctionnement diverses en régime permanent et transitoire. Les cycles d'essai décrits dans l'ISO 8178-4 ont été développés en tenant compte des différentes caractéristiques de fonctionnement de différentes catégories d'équipements non routiers. De même, différents cycles d'essai des fumées peuvent convenir à différentes catégories de moteurs et d'équipements non routiers.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 8178-9:2019](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8178-9:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>

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

Partie 9:

Cycles et procédures d'essai pour le mesurage au banc d'essai des émissions de fumées de gaz d'échappement des moteurs alternatifs à combustion interne à allumage par compression fonctionnant en régime transitoire

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes de mesure et les cycles d'essai pour l'évaluation des émissions de fumées des moteurs à allumage par compression à l'aide d'un opacimètre. Les essais sont réalisés en régime permanent et transitoire, en appliquant des cycles d'essai qui sont représentatifs de l'application donnée.

L'essai de fumée est réalisé en utilisant des fumimètres du type opacimètre qui fonctionnent selon le principe de l'opacimétrie. Le but de du présent document est de définir les cycles d'essai des fumées et les méthodes utilisées pour mesurer l'opacité et pour déterminer le coefficient d'absorption de la lumière. Il permet l'utilisation d'opacimètres à débit total ou à débit partiel et corrige les différences de temps de montée entre les deux types d'opacimètres. Les spécifications de l'appareillage pour le mesurage de l'opacité peuvent être trouvées dans l'ISO 11614. Les méthodes d'essai et les techniques de mesurage décrites dans le présent document sont applicables aux moteurs alternatifs à combustion interne en général. L'[Annexes D](#), l'[Annexes E](#), l'[Annexes F](#) et l'[Annexes G](#) de la présente partie de l'ISO 8178 comprennent chacune un cycle d'essai correspondant uniquement aux applications spécifiques énumérées dans le premier paragraphe. Dans la mesure du possible, le cycle d'essai des fumées décrit dans l'annexe en question utilise les catégories de moteurs et d'équipements développées dans l'ISO 8178-4.

Pour les moteurs utilisés dans des machines couvertes par des spécifications supplémentaires (par exemple les réglementations relatives à l'hygiène et à la sécurité du travail), des conditions d'essai supplémentaires et des méthodes d'évaluation spéciales peuvent s'appliquer.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 8178-1:—¹⁾, *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*

ISO 8178-2, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 2: Mesurage des émissions de gaz et de particules sur site*

1) À publier.

ISO 8178-4:—²⁾, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 4: Cycles d'essai en régimes permanent et transitoire pour différentes applications des moteurs*

ISO 8178-7, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 7: Détermination des familles de moteurs*

ISO 8178-8, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 8: Détermination des groupes de moteurs*

ISO 8528-1, *Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne — Partie 1: Application, caractéristiques et performances*

ISO 11614:1999, *Moteurs alternatifs à combustion interne à allumage par compression — Appareillage de mesure de l'opacité et du coefficient d'absorption de la lumière des gaz d'échappement*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et la CEI tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 fumée des gaz d'échappement

suspension visible de particules solides et/ou liquides dans les gaz résultant de la combustion ou de la pyrolyse

Note 1 à l'article: La fumée de gaz d'échappement peut être de la fumée noire, bleue, brune ou blanche selon les composants présents dans le gaz d'échappement après la combustion ou la pyrolyse. La fumée noire (aussi appelée «suie») est principalement due à la présence de particules de carbone. La fumée bleue résulte habituellement des gouttelettes dues à la combustion incomplète du carburant ou de l'huile de lubrification. La fumée brune est due à la présence de NO₂ dans les gaz d'échappement. La fumée blanche résulte habituellement de l'eau de condensation et/ou du combustible liquide.

3.2 transmittance

τ

fraction de lumière, exprimée en pourcentage, transmise par une source à travers un faisceau opacifié par la fumée, qui atteint l'observateur ou le récepteur de mesure

Note 1 à l'article: Le facteur de transmission est exprimé en pourcentage.

3.3 opacité

N

fraction de lumière, exprimée en pourcentage, émise par une source à travers un faisceau opacifié par la fumée, qui n'atteint pas l'observateur ou le récepteur de mesure

Note 1 à l'article: L'opacité est exprimée en pourcentage

Note 2 à l'article: $N = 100 - \tau$.

2) À publier.

3.4 longueur effective du trajet optique,

L_A

longueur du trajet optique opacifié par la fumée entre la source lumineuse de l'opacimètre (3.8) et le récepteur

Note 1 à l'article: La longueur effective du trajet optique est exprimée en mètres et corrigée, si nécessaire, pour sa non-uniformité due aux gradients de densité et à l'effet de bord

3.5 longueur effective normale du trajet optique,

L_{AS}

valeur étalon de la longueur effective du trajet optique choisie pour permettre des comparaisons significatives entre les valeurs d'opacité

Note 1 à l'article: Les valeurs de L_{AS} sont définies en 9.1.4.

3.6 coefficient d'absorption lumineuse

k

propriété fondamentale quantifiant la capacité d'un panache de fumée ou d'un échantillon de gaz contenant de la fumée à obscurcir la lumière

Note 1 à l'article: Le coefficient d'absorption lumineuse est exprimé en mètres réciproques (m^{-1}).

3.7 loi de Beer-Lambert

équation mathématique décrivant les relations physiques entre le coefficient d'absorption de la lumière (k) (3.6), la transmittance (τ) (3.2) et la longueur effective du trajet optique (L_A) (3.4)

Note 1 à l'article: Dans la mesure où le coefficient d'absorption de la lumière (k) ne peut être mesuré directement, la loi de Beer-Lambert est utilisée pour calculer k lorsque l'opacité (N) ou la transmittance (τ), ainsi que la longueur effective du trajet optique (L_A) sont connus.

$$k = \frac{-1}{L_A} \times \ln \left(\frac{\tau}{100} \right) \quad (1)$$

$$k = \frac{-1}{L_A} \times \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right) \quad (2)$$

3.8 opacimètre

instrument utilisé dans le cadre du mesurage continu de l'opacité (3.3) et du coefficient d'absorption (3.6) de la lumière du gaz d'échappement

3.9 opacimètre à débit total

instrument qui mesure le débit total de gaz d'échappement traversant la chambre de mesurage de fumée

3.10 opacimètre de fin de ligne à débit total

instrument de mesure de l'opacité (3.3) de la totalité du panache de fumée au moment où il sort du tuyau d'échappement

3.11 opacimètre en ligne à débit total

instrument de mesure de l'opacité (3.3) de la totalité du panache de fumée dans le tuyau d'échappement

3.12

opacimètre à débit partiel

instrument qui prélève une partie des gaz d'échappement et qui fait transiter l'échantillon par la chambre de mesurage

3.13

temps de montée de l'opacimètre,

X

temps de montée total de l'instrument

Note 1 à l'article: La définition du terme «temps de montée de l'opacimètre» utilisée dans le présent document est équivalente à la définition du terme «temps de réponse de l'opacimètre» provenant de l'ISO 11614.

3.14

temps de montée physique de l'opacimètre

t_p

différence entre les instants où le signal k brut atteint 10 % et 90 % de la pleine échelle lorsque le coefficient d'absorption de la lumière (3.6) du gaz mesuré se modifie en moins de 0,01 s

Note 1 à l'article: Le temps de montée physique de l'opacimètre à débit partiel (3.12) est défini avec la sonde d'échantillonnage et le tube de transfert. Des informations supplémentaires relatives au temps de montée physique sont données dans l'ISO 11614.

Note 2 à l'article: La définition du terme «temps de montée physique de l'opacimètre» utilisée dans le présent document est équivalente à la définition du terme «temps de réponse physique de l'opacimètre» provenant de l'ISO 11614.

iTeh STANDARD PREVIEW

3.15

temps de montée électrique de l'opacimètre,

t_e

différence entre les instants où le signal de sortie ou l'affichage de l'appareil d'enregistrement atteint 10 % et 90 % de la pleine échelle lorsque la source lumineuse est interrompue ou complètement éteinte en moins de 0,01 s

Note 1 à l'article: Des informations supplémentaires relatives au temps de montée électrique sont données dans l'ISO 11614.

Note 2 à l'article: La définition du terme «temps de montée électrique de l'opacimètre» utilisée dans la présente partie de l'ISO 8178 est équivalente à la définition du terme «temps de réponse électrique de l'opacimètre» provenant de l'ISO 11614.

3.16

temps de montée du filtre

t_F

temps de montée pour le filtre de Bessel appliqué, qui est nécessaire pour supprimer les distorsions à haute fréquence du signal d'opacité (3.3) brut Des informations supplémentaires sont données en 9.2

Note 1 à l'article: Des informations complémentaires sont fournies au 9.2.

Note 2 à l'article: La définition du terme «temps de montée du filtre» utilisée dans le présent document est équivalente à la définition du terme «temps de réponse du filtre» provenant de l'ISO 11614.

4 Symboles et termes abrégés

4.1 Symboles

Tableau 1 — Symboles généraux

Symbole	Terme	Unité
B	Constante de la fonction de Bessel	1

Tableau 1 (suite)

Symbole	Terme	Unité
C	Constante de la fonction de Bessel	1
D	Constante de la fonction de Bessel	1
E	Constante de Bessel	1
f	Fréquence d'échantillonnage des données	Hz
f_a	Facteur atmosphérique	1
f_c	Fréquence de coupure du filtre de Bessel	s ⁻¹
k	Coefficient d'absorption de la lumière	m ⁻¹
K	Constante de Bessel	1
L_A	Longueur effective du trajet optique	m
L_{AS}	Longueur effective normale du trajet optique	m
N	Opacité	%
N_A	Opacité avec une longueur effective du trajet optique	%
N_{AS}	Opacité avec une longueur effective normale du trajet optique	%
p_{me}	Pression moyenne effective au frein	kPa
p_S	Pression atmosphérique sèche	kPa
P	Puissance du moteur	kW
S_j	Valeur de fumée instantanée	m ⁻¹ ou %
t_e	Temps de montée électrique de l'opacimètre	s
t_F	Temps de montée du filtre pour la fonction de Bessel	s
t_p	Temps de montée physique de l'opacimètre	s
Δt	Temps entre des données successives de fumée	s
T_a	Température de l'air d'admission du moteur	°C
X	Temps de montée total	s
Y_j	Valeur de la fumée de Bessel moyennée	m ⁻¹ ou %
ρ	Densité ambiante sèche	kg/m ³
τ	Transmittance	%
Ω	Constante de Bessel	1

4.2 Termes abrégés

CL	Lentille de collimation [Collimating lens]
EC	Carbone élémentaire [Elemental Carbon]
EP	Tubulure d'échappement [Exhaust pipe]
FAT	Temps d'accélération à vide [Free acceleration time]
FM	Dispositif de contrôle du débit [Flow monitoring device]
ID	Diamètre intérieur [Inner diameter]
LD	Détecteur de lumière [Light detector]
LS	Source lumineuse [Light source]
LSV	Valeur d'émission de fumées au calage [Lug smoke value]
MC	Chambre de mesure [Measuring chamber]

OD	Diamètre extérieur [Outer diameter]
OPL	Longueur du trajet optique [Optical path length]
SPU	Pompe d'échantillonnage [Sampling pump]
PSV	Valeur crête d'émission des fumées [Peak smoke value]
PSVa	Moyenne des valeurs crêtes d'émission des fumées [Average of peak smoke values]
PSV _F	Valeur crête d'émission des fumées en accélération à vide [Peak smoke value for free acceleration]
SP	Sonde d'échantillonnage [Sampling probe]
SSSV	Valeur d'émission de fumées en régime permanent [Steady-state smoke value]
TS	Capteur de température [Temperature sensor]
TT	Tube de transfert

5 Conditions d'essai

Pour les essais en laboratoire, les exigences de l'ISO 8178-4 relatives aux conditions d'essai du moteur doivent s'appliquer, à l'exception du paragraphe ISO 8178-4:—, 5.5.

Pour les essais sur site, les exigences des essais en laboratoire doivent être appliquées avec certaines restrictions. De telles restrictions doivent faire l'objet d'un accord préalable entre les parties concernées. Il convient de noter que les essais d'émission réalisés dans des conditions d'essai différentes ne seront pas nécessairement conformes aux limites spécifiées pour les conditions de laboratoire.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a329f537-868b-4d67-aaab-e4f6e44b3e08/iso-8178-9-2019>

6 Carburants d'essai

Les caractéristiques du carburant influencent l'émission de fumées du moteur. Par conséquent, les caractéristiques du carburant utilisé pour l'essai doivent être déterminées, consignées et présentées avec les résultats de l'essai.

Pour les essais en laboratoire, les caractéristiques du carburant doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 8178-4:—, Article 6.

Pour les essais sur site, les définitions pour l'essai de réception défini à l'ISO 8178-4:—, Article 6 doivent s'appliquer. Il convient de noter que les essais d'émission réalisés avec du carburant à usage commercial ne seront pas nécessairement conformes aux limites spécifiées pour les carburants de référence.

7 Équipement de mesure et exactitude

7.1 Généralités

L'équipement suivant doit être utilisé pour les essais d'émission de fumées des moteurs. Le présent document fait référence à l'équipement et aux exigences d'exactitude requises pour réaliser un essai d'émission de fumées.

7.2 Équipement d'essai relatif au moteur et à l'environnement

Les équipements d'essai suivants relatifs au moteur et à l'environnement doivent être conformes aux caractéristiques données dans l'ISO 8178-1:—, Article 6 et doivent satisfaire aux exigences d'étalonnage et de vérification données dans l'ISO 8178-1:—, Article 9.

— dynamomètres;

- capteurs de vitesse;
- capteurs de couple;
- transducteurs de pression;
- capteurs de température;
- capteurs de point de rosée;

Pour les essais sur site, le cas échéant, les exigences concernant l'équipement d'essai doivent être appliquées comme décrit dans l'ISO 8178-2.

7.3 Opacimètres

7.3.1 Généralités

Les essais d'émission de fumées conformes au présent document doivent être réalisés avec des fumimètres du type opacimètre. Trois types différents d'opacimètres sont autorisés: l'opacimètre à débit total en ligne, l'opacimètre de fin de ligne à débit total et l'opacimètre à débit partiel. Les spécifications relatives aux trois types d'opacimètres sont données à l'[Article 10](#) et dans l'ISO 11614:1999, Articles 6 et 7.

7.3.2 Type d'opacimètres

7.3.2.1 Opacimètre à débit partiel

Avec l'opacimètre à débit partiel, une partie du gaz d'échappement est prélevé dans la tubulure d'échappement et passe par le tube de transfert vers la chambre de mesure. Avec ce type d'opacimètre, la longueur effective du trajet optique est fonction de la conception de l'opacimètre.

7.3.2.2 Opacimètres à débit total

Deux types généraux d'opacimètres à débit total peuvent être utilisés: les opacimètres en ligne et de fin de ligne.

L'opacimètre en ligne permet de mesurer l'opacité de la totalité du gaz d'échappement dans le tuyau d'échappement. Avec ce type d'opacimètre, la longueur effective du trajet optique est fonction de la conception de l'opacimètre.

L'opacimètre de fin de ligne mesure l'opacité de la totalité du panache d'échappement au moment où ce dernier sort du tuyau d'échappement. Avec ce type d'opacimètre, la longueur effective du trajet optique est fonction de la conception du tuyau d'échappement et de la distance entre la sortie du tuyau d'échappement et l'opacimètre.

7.3.3 Spécifications relatives à la performance

7.3.3.1 Linéarité

La différence entre la valeur mesurée par l'opacimètre et la valeur de référence du dispositif d'étalonnage ne doit pas dépasser ± 2 % de l'opacité.

7.3.3.2 Dérive du zéro

La dérive du zéro pendant une période d'une heure ne doit pas dépasser $\pm 0,5$ % de l'opacité.