

NORME
INTERNATIONALE

ISO
8178-2

Première édition
1996-08-15

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

iTeh STANDARD PREVIEW

Partie 2:

**Mesurage des émissions de gaz et de
particules sur site**

ISO 8178-2:1996

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996>

*Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission
measurement —*

Part 2: Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions at site



Numéro de référence
ISO 8178-2:1996(F)

Sommaire

	Page
1	1
2	2
3	3
4	4
4.1	4
4.2	6
4.3	6
5	7
5.1	7
5.2	7
5.3	8
5.4	8
5.5	8
5.6	8
5.7	8
5.8	9
6	9
7	9
7.1	9
7.2	10
7.3	10
7.4	11
7.5	12
8	12

© ISO 1996

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

9	Étalonnage du système de mesure des particules	12
10	Conditions de fonctionnement	12
10.1	Cycles d'essai	12
10.2	Préparation du moteur	13
11	Mode opératoire d'essai	13
11.1	Préparation des filtres d'échantillonnage	13
11.2	Installation de l'équipement de mesure	13
11.3	Démarrage du système de dilution et du moteur	13
11.4	Réglage du rapport de dilution	13
11.5	Détermination des points d'essai	14
11.6	Contrôle des analyseurs	14
11.7	Cycles d'essai	14
11.8	Nouveau contrôle des analyseurs	15
11.9	Rapport d'essai	15
12	Évaluation des données relatives aux émissions gazeuses et de particules	16
12.1	Émissions gazeuses	16
12.2	Émissions de particules	16
13	Calcul des émissions gazeuses	16
13.1	Détermination du débit de gaz d'échappement	17
13.2	Correction sec/humide	17
13.3	Correction du NO _x en fonction de l'humidité	17
13.4	Calcul des débits-masses des émissions	17
13.5	Calcul des émissions	18
14	Calcul des émissions de particules	19
14.1	Facteur de correction des particules en fonction de l'humidité	19
14.2	Système de dilution à débit partiel	19
14.3	Système de dilution à débit complet	19
14.4	Calcul du débit-masse des particules	19
14.5	Calcul des émissions spécifiques	20
14.6	Facteurs de pondération effectifs	21

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ac40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996>

15	Détermination des émissions gazeuses	21
15.1	Composants principaux des gaz d'échappement (CO, CO ₂ , HC, NO _x , O ₂)	21
15.2	Analyse de l'ammoniac	21
15.3	Analyse du méthane	21
15.4	Analyse du méthanol (GC)	21
15.5	Analyse du formaldéhyde	21
16	Détermination des particules	22
16.1	Système de dilution	22
16.2	Système d'échantillonnage des particules	22
Annexe		
A	Bibliographie	23

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8178-2:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996>

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 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.

La Norme internationale ISO 8178-2 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*.

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 d'essai*
- *Partie 7: Détermination des familles de moteurs*
- *Partie 8: Détermination des groupes de moteurs*
- *Partie 9: Mesurage au banc de la fumée des gaz d'échappement des moteurs diesels des engins de génie civil*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 8178 est donnée uniquement à titre d'information.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8178-2:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996>

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 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8178, conjointement avec l'ISO 8178-1, prescrit les méthodes de mesure et d'évaluation sur site des émissions de gaz et de particules des gaz d'échappement des moteurs alternatifs à combustion interne 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, de préférence, lorsque les moteurs utilisés dans des installations marines, des groupes électrogènes, des applications à la traction ferroviaire diesel-électrique ou similaires doivent faire l'objet de mesurages sur site, ou s'il n'est pas possible d'effectuer des mesurages dans les conditions du banc d'essai ou d'utiliser les résultats du mesurage sur banc d'essai.

Il convient de ne pas appliquer la présente partie de l'ISO 8178 aux moteurs de véhicules pour applications non routières, entraînant des véhicules comme les tracteurs agricoles et les moissonneuses, les engins de terrassement, les camions tout terrain (typiquement utilisés dans les mines), les ensembles de traitement des pelouses et les chariots élévateurs à fourches, sans se limiter à ceux-ci. Les moteurs entraînant ces équipements sont homologués au banc d'essai. Si un nouveau contrôle ou une nouvelle certification de ces moteurs est nécessaire après reconstruction, il convient qu'ils soient essayés, de préférence, à l'extérieur du véhicule avec l'application d'une charge appropriée et un dispositif de mesure comme un dynamomètre ou un banc de charge.

Cette méthode peut être utilisée pour déterminer la conformité ou la certification de moteurs sur site neufs, usagés ou reconstruits. La confirmation des résultats du banc d'essai conformément à l'ISO 8178-4, peut également être exécutée dans les limites de la présente partie de l'ISO 8178. Cependant, des tolérances doivent être admises pour les différences dans les paramètres de fonctionnement du moteur par rapport aux conditions de laboratoire. Le moteur doit fonctionner à la même vitesse et aux mêmes points de mesure du couple que ceux utilisés pour le mesurage au banc.

Pour les moteurs utilisés dans des machines couvertes par des exigences supplémentaires comme 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.

NOTE 1 La présente partie de l'ISO 8178 est prévue pour spécifier les prescriptions particulières relatives au mesurage des émissions de gaz et particules sur site. Les émissions peuvent, et devraient principalement, être mesurées au banc d'essai pour tout moteur. Le mesurage au banc d'essai est beaucoup plus précis, reproductible et facile. Les mesurages au banc d'essai utilisant des cycles d'essai définis, représentent les mesurages de moteurs d'utilisation moyenne et typique. Les cycles d'essai spécifiés dans l'ISO 8178-4 ne peuvent pas toujours être reproduits sur site, du fait des contraintes dues à la charge.

Le mesurage sur site n'est nécessaire que si les prescriptions et conditions suivantes existent.

- a) Quand le mesurage au banc d'essai pour l'homologation de type ne convient pas parce que les conditions de site ne peuvent pas être reproduites.

Cet essai est une substitution du mesurage au banc d'essai. Par conséquent, il convient que l'essai soit conduit en utilisant le cycle d'essai prescrit dans l'ISO 8178-4.

EXEMPLES

- 1) Quand le carburant réel utilisé sur site ne peut pas être utilisé en raison de son indisponibilité ou de restrictions dues à l'environnement ou à l'emplacement du banc d'essai.
- 2) Quand les conditions ambiantes du banc d'essai ne sont pas représentatives des conditions de site en raison de différences d'altitude, d'humidité ou de température de l'air.

Dans ce cas, la présente partie de l'ISO 8178 n'est applicable qu'aux moteurs pouvant reproduire sur site les points de mesure prescrits dans l'ISO 8178-4, comme les moteurs marins en essai en mer, l'installation initiale de moteurs entraînant des génératrices et les locomotives diesels-électriques.

- b) Quand le mesurage sur site est nécessaire pour évaluer la pollution réelle et locale.

Il convient que cela soit fait dans les conditions de fonctionnement réel ou simulé. Le fonctionnement du moteur pendant le cycle d'essai défini dans l'ISO 8178-4 n'est pas toujours possible, mais il convient que le mode opératoire d'essai soit aussi proche que possible de celui défini dans l'ISO 8178-4. Par conséquent, les valeurs mesurées dans ce cas ne peuvent pas être directement comparées avec les résultats du banc d'essai parce que les valeurs mesurées dépendent beaucoup des cycles d'essai.

- c) Quand le mesurage sur site est convenu entre les parties concernées.

Les valeurs obtenues caractérisent uniquement un moteur donné, dans des conditions d'emplacement spécifiques, mais pas nécessairement des valeurs moyennes ou typiques. Dans la plupart des cas, les valeurs mesurées ne peuvent pas être comparées avec les résultats du banc d'essai, car les valeurs mesurées dépendent beaucoup des cycles d'essai.

- d) Quand le mesurage sur site est nécessaire pour contrôler la conformité à une norme relative aux moteurs usagés ou reconstruits.

Si le mesurage sur site ne peut pas reproduire exactement les mêmes conditions de fonctionnement que les conditions du banc d'essai, les valeurs des émissions ne seront pas identiques aux valeurs obtenues sur le banc d'essai. Dans ce type d'essai, le mesurage sur site doit donc être limité aux applications pouvant subir les mêmes cycles d'essai que ceux utilisés pour la certification sur un banc d'essai.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 8178. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8178 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3046-1:1995, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Performances — Partie 1: Conditions normales de référence, déclaration de la puissance et de la consommation de carburant et d'huile de lubrification, méthodes d'essai.*

ISO 3046-3:1989, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Performances — Partie 3: Mesures pour les essais.*

ISO 8178-1:1996, *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 8178-4:1996, *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:—¹⁾, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 5: Carburants d'essai.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8178, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 particules: Toute matière collectée sur un milieu filtrant spécifié après dilution des gaz d'échappement die-sels avec un air filtré propre à une température inférieure ou égale à 325 K (52 °C), mesurée à un point immédiatement en amont du filtre primaire (il s'agit essentiellement de carbone, d'hydrocarbures et de sulfates condensés, et d'eau associée).

NOTE 2 Les particules définies dans la présente partie de l'ISO 8178 sont considérablement différentes, en composition et en poids, des particules ou poussières prélevées directement sur des gaz d'échappement non dilués, en utilisant la méthode du filtre chaud (voir par exemple l'ISO 9096). Il est définitivement prouvé que le mesurage tel que 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 %.

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 de son mélange avec une quantité appropriée d'air de dilution en amont du filtre d'échantillonnage. (Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 16.1.1 et 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 3 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 l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 16.1.2 et 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, indépendant 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, les coefficients de pondération modaux des modes du cycle d'essai étant pris en compte après 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, les coefficients de pondération modaux étant pris en compte pendant la phase d'échantillonnage des particules du cycle d'essai.

NOTE 4 Cette méthode impose une attention particulière sur la durée d'échantillonnage et sur les débits.

1) À publier.

3.8 émissions spécifiques: Débit-masse des polluants, exprimé de préférence sur la base de la puissance au frein observée.

NOTE 5 Les émissions sont exprimées en grammes par kilowatt heure chaque fois que cela est possible. Dans les cas où la puissance ne peut absolument pas être déterminée avec exactitude, une seule expression se rapportant à l'apport d'énergie du carburant ou au débit-volume normalisé des gaz d'échappement peut être utilisée. Cela n'est considéré qu'à la suite d'un accord spécifique entre les parties concernées.

Quand les moteurs ne peuvent pas fonctionner selon les cycles d'essai définis dans l'ISO 8178-4, les émissions spécifiques peuvent être exprimées sur la base du débit-volume normal des gaz d'échappement secs.

Lorsque les émissions spécifiques sont basées sur la puissance au frein et exprimées en grammes par kilowatt heure:

- si les conditions de site diffèrent des conditions ambiantes sur lesquelles cette sorte de puissance est basée, les émissions sont rapportées à la puissance réelle mesurée ou calculée sur site, les conditions ambiantes d'essai étant consignées;
- s'il n'est pas approprié d'effectuer les essais sur le moteur avec les auxiliaires enlevés (voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 5.3), par exemple si le moteur et la transmission constituent un ensemble intégré, les essais sur le moteur peuvent être effectués avec tous les auxiliaires. Dans ce cas, il convient que les réglages de puissance soient déterminés conformément à l'ISO 8178-1:1996, paragraphes 5.3 et 11.5.

Lorsque les émissions sont basées sur le débit-volume des gaz d'échappement secs et exprimées en grammes par mètre cube, il convient que les valeurs des résultats mesurés soient corrigées pour être exprimées en fonction d'une concentration en oxygène donnée.

3.9 puissance au frein: Puissance mesurée au vilebrequin ou son équivalent, le moteur étant équipé seulement des auxiliaires de série nécessaires pour son fonctionnement sur le banc d'essai. (Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 5.3 et tableau B.1.)

3.10 auxiliaires: Équipements et dispositifs (dont la liste est donnée dans l'ISO 8178-1:1996, tableau B.1.)

3.11 conditions du site: Conditions dans lesquelles le moteur est essayé, installé et accouplé avec l'équipement réel qu'il entraîne, et permettant le fonctionnement normal de l'équipement.

4 Symboles et abréviations

4.1 Symboles et indices

Symboles		Définition	Unité
conformément aux règlements CEE-ONU	S(1)		
b_x	b_x	Consommation spécifique de carburant	kg/kWh
$conc_c$	c_{corr}	Concentration corrigée du bruit de fond	ppm, % (V/V)
$conc_d$	c_{dil}	Concentration de l'air de dilution	ppm, % (V/V)
$conc_x$	c_x	Concentration (avec suffixe de dénomination du composant)	ppm, % (V/V)
DF	D	Facteur de dilution	1
f_a	f_a	Facteur atmosphérique du laboratoire	1
\dot{G}_{EDFW}	\dot{q}_{mdx}^*	Débit-masse équivalent des gaz d'échappement dilués humides	kg/h
\dot{G}_{EXHW}	\dot{q}_{mxw}	Débit-masse des gaz d'échappement humides	kg/h
\dot{G}_{TOTW}	\dot{q}_{mdx}	Débit-masse des gaz d'échappement dilués humides	kg/h
GAZ_x	e_x	Émissions de gaz (avec suffixe de dénomination du composant)	kg/kWh

Symboles		Définition	Unité
conformément aux règlements CEE-ONU	SI ¹⁾		
H_a	H_a	Humidité absolue de l'air d'admission	g/kg
i	i	Indice indiquant un mode particulier	1
L	M	Valeur du couple exprimée en pourcentage du couple maximal pour la vitesse moteur d'essai	%
$mass$	q_m	Débit-masse des émissions	g/h
M_d	m_d	Masse des échantillons de particules de l'air de dilution collecté	mg
M_{DIL}	m_{dil}	Masse de l'échantillon d'air de dilution passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	kg
M_f	m_f	Masse de l'échantillon de particules collectées	mg
M_{GAZ}	m_{gaz}	Masse de gaz	kg
M_{SAM}	m_{sam}	Masse de l'échantillon des gaz d'échappement dilués passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	kg
n_d	n_d	Vitesse moteur	min ⁻¹
n_{turb}	n_t	Vitesse du turbocompresseur	min ⁻¹
p_B	p_B	Pression atmosphérique totale ²⁾	kPa
p_{be}	p_{ba}	Pression de l'air après le refroidisseur d'air	kPa
p_s	p_s	Pression atmosphérique de l'air sec	kPa
P	P	Puissance au frein non corrigée	kW
P_{AUX}	P_{aux}	Puissance totale déclarée absorbée par les auxiliaires montés pour l'essai et non prescrits dans l'ISO 8178-1:1996, annexe B	kW
P_m	P_m	Puissance maximale mesurée ou déclarée à la vitesse d'essai du moteur dans les conditions d'essai (voir 11.5)	kW
PT_{mass}	q_{mPT}	Débit-masse des émissions de particules	kg/h
PT_x	e_x	Émissions de particules (avec suffixe de dénomination du composant)	kg/kWh
q	r_{dil}	Rapport de dilution	1
s	s	Position de la crémaillère de carburant	—
S	S	Réglage du dynamomètre	kW
T_a	T_a	Température absolue de l'air d'admission ³⁾	K
T_{ba}	T_{ba}	Température de l'air après le refroidisseur d'air	K
T_{clin}	T_{ci}	Température du fluide de refroidissement à l'entrée	K
T_{clout}	T_{co}	Température du fluide de refroidissement à la sortie	K
T_{oil}	T_{oil}	Température de l'huile de lubrification	K
V_{DIL}	V_{dil}	Volume de l'échantillon d'air de dilution passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	m ³
V_{EDFW}	q_{Vdx}^*	Débit-volume équivalent des gaz d'échappement dilués humides	m ³ /h
V_{EXHD}	q_{Vxd}	Débit-volume des gaz d'échappement secs	m ³ /h
V_{EXHW}	q_{Vxwi}	Débit-volume des gaz d'échappement humides	m ³ /h
V_{SAM}	V_{sam}	Volume de l'échantillon des gaz d'échappement dilués passant à travers les filtres d'échantillonnage des particules	m ³
V_{TOTW}	q_{Vdx}	Débit-volume des gaz d'échappement dilués humides	m ³ /h
W_F	W_f	Coefficient de pondération	1
W_{FE}	W_{fe}	Coefficient de pondération effectif	1

Symboles		Définition	Unité
conformément aux règlements CEE-ONU	SI ¹⁾		
α_a	α_a	Facteur de correction de puissance pour les moteurs à allumage par étincelle	1
ρ_{GAZ}	ρ_{gaz}	Concentration massique du gaz	g/m ³

1) Conformément à l'ISO 31 traitant des grandeurs et unités.
2) Correspond à p_x ou PX (pression totale dans les conditions ambiantes du site), ou à p_y ou PY (pression totale dans les conditions ambiantes de l'essai), telles que définies dans l'ISO 3046-1.
3) Correspond à T_y ou TTY (température absolue de l'air ambiant dans les conditions de l'essai), telle que définie dans l'ISO 3046-1.

4.2 Symboles et abréviations pour les composés chimiques

CH ₄	Méthane
CH ₃ OH	Méthanol
CO	Monoxyde de carbone
CO ₂	Dioxyde de carbone
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
PT	Particules

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8178-2:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7970878-2fde-4f3d-ae40-1fb88fb3500e/iso-8178-2-1996>

4.3 Abréviations

CVS	Échantillonnage à volume constant
FID	Détecteur à ionisation de flamme
GC	Chromatographe en phase gazeuse
HPLC	Chromatographe en phase liquide à haute pression
NMC	Séparateur de méthane