

---

---

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

**Partie 2:  
Mesurage des émissions de gaz et de  
particules sur site**

*Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission  
measurement —*

*Part 2: Measurement of gaseous and particulate exhaust emissions  
under field conditions*

[ISO 8178-2:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021>



iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 8178-2:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	v
Introduction .....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes, définitions, symboles et termes abrégés</b> .....	<b>2</b>
3.1    Termes et définitions .....	2
3.2    Symboles .....	3
3.2.1    Symboles généraux .....	3
3.2.2    Symboles pour composés chimiques mesurés .....	3
3.3    Termes abrégés .....	4
<b>4</b> <b>Essais en régime permanent de type discret sur site lorsqu'ils sont destinés, soit à réaliser des mesurages en un point de fonctionnement unique, soit à mener un essai basé sur un cycle pondéré</b> .....	<b>4</b>
4.1    Généralités .....	4
4.2    Conditions d'essai .....	4
4.2.1    Exigences générales .....	4
4.2.2    Conditions d'essai des moteurs .....	5
4.2.3    Puissance .....	5
4.2.4    Système d'admission d'air du moteur .....	6
4.2.5    Refroidisseur d'admission .....	6
4.2.6    Système d'échappement du moteur .....	6
4.2.7    Moteurs avec systèmes de post-traitement des gaz d'échappement .....	6
4.2.8    Émissions de gaz de carter .....	6
4.2.9    Système de refroidissement .....	6
4.2.10    Huile de lubrification .....	6
4.2.11    Carburants d'essai .....	6
4.3    Installation des sondes et de l'équipement d'échantillonnage .....	7
4.4    Équipement de mesure et données à mesurer .....	7
4.4.1    Généralités .....	7
4.4.2    Analyseur de dioxyde de zirconium pour NO <sub>x</sub> .....	8
4.4.3    Autres procédures de mesurage .....	8
4.4.4    Couple et régime .....	9
4.4.5    Débit des gaz d'échappement .....	9
4.4.6    Exactitude des données à mesurer .....	9
4.4.7    Détermination des composants gazeux .....	10
4.4.8    Détermination des particules .....	10
4.5    Conditions de fonctionnement .....	10
4.5.1    Cycles d'essai .....	10
4.5.2    Préparation du moteur .....	11
4.6    Mode opératoire d'essai .....	11
4.6.1    Généralités .....	11
4.6.2    Mesurage MP .....	11
4.6.3    Air de dilution pour mesurage des particules .....	11
4.6.4    Séquence d'essai .....	11
4.6.5    Validation et correction de la dérive des analyseurs de gaz .....	11
4.6.6    Évaluation et calcul des émissions .....	12
4.6.7    Rapport d'essai .....	12
<b>5</b> <b>Mesurage des performances d'émissions de gaz des moteurs au cours du fonctionnement normal sur site en utilisant des systèmes de mesure des émissions de type portable (PEMS)</b> .....	<b>12</b>
5.1    Conditions d'essai .....	12
5.1.1    Exigences générales .....	12

5.1.2	Sélection de moteur pour évaluer les performances de conception .....	13
5.1.3	Fonctionnement des machines.....	13
5.1.4	Conditions ambiantes .....	13
5.1.5	Huile de lubrification, carburant et réactif.....	14
5.1.6	Séquence de fonctionnement.....	14
5.2	Méthodes d'échantillonnage des données.....	14
5.2.1	Échantillonnage des données en continu .....	14
5.2.2	Échantillonnage des données combinées.....	14
5.2.3	Perte de signal temporaire.....	15
5.3	Flux de données de l'UCE.....	16
5.3.1	Généralités.....	16
5.3.2	Vérification de la disponibilité et de la conformité des informations.....	16
5.4	Mode opératoire d'essai.....	16
5.5	Prétraitement des données .....	16
5.6	Détermination d'événements opérationnels.....	16
5.6.1	Généralités.....	16
5.6.2	Combinaison de séquences de fonctionnement.....	16
5.7	Disponibilité des données d'essai .....	16
5.8	Calculs.....	17
5.8.1	Généralités.....	17
5.8.2	Moteurs sans interface de communication.....	17
5.9	Rapport d'essai.....	17
5.10	Fichier de données mesurées instantanées et fichier de données calculées instantanées .....	17
5.11	Présentation de la séquence d'évaluation et de mesure.....	17
<b>Annexe A (normative) Systèmes de mesure des émissions de type portable (PEMS).....</b>		<b>19</b>
<b>Annexe B (normative) Mode opératoire d'essai pour la mesure des émissions de gaz avec un PEMS .....</b>		<b>21</b>
<b>Annexe C (normative) Détermination du travail de référence et du CO<sub>2</sub> des moteurs pour lesquels le cycle d'essai au banc est uniquement NRSC .....</b>		<b>30</b>
<b>Annexe D (normative) Prétraitement des données pour les calculs des émissions de gaz polluants .....</b>		<b>32</b>
<b>Annexe E (normative) Algorithme de détermination des évènements opérationnels au cours des essais en service .....</b>		<b>37</b>
<b>Annexe F (normative) Détermination de la puissance proxy instantanée à partir du débit- masse de CO<sub>2</sub> .....</b>		<b>43</b>
<b>Annexe G (normative) Calcul des émissions de gaz polluants.....</b>		<b>45</b>
<b>Annexe H (normative) Conformité du signal de couple de l'UCE.....</b>		<b>52</b>
<b>Annexe I (normative) Exigences concernant les informations composant le flux de données de l'UCE.....</b>		<b>53</b>
<b>Annexe J (informative) Rapport d'essai en service.....</b>		<b>55</b>
<b>Annexe K (normative) Spécifications de performance, étalonnage et coefficient de réponse pour l'analyseur de dioxyde de zirconium (ZRDO) pour NO<sub>x</sub>.....</b>		<b>62</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>64</b>

## 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 (IEC) 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/IEC, 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/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://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](http://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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

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*. <http://www.iso.org/standards/itdb/ai>

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 8178-2:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- l'[Article 4](#) a été modifié pour mettre à jour les exigences applicables aux essais en régime permanent de type discret sur site lorsqu'elle est destinée, soit à réaliser des mesurages en un point de fonctionnement unique, soit à mener un essai basé sur un cycle pondéré, pour refléter les progrès des dernières versions des autres parties de la série ISO 8178;
- l'[Article 5](#) a été élargi pour définir les exigences relatives au mesurage des performances d'émissions de gaz de moteurs au cours du fonctionnement normal sur site en utilisant des systèmes de mesure des émissions de type portable (PEMS), et d'une évaluation des données de fenêtre mobile de calcul de moyenne.

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

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

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 peuvent avoir des tailles plus variées, notamment les moteurs qui fournissent de la puissance aux équipements. 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. Lorsque l'utilisation d'un dynamomètre n'est pas possible dans un essai de laboratoire, il est envisageable de procéder aux essais sur site ou dans des conditions appropriées.

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 exigées, les méthodes d'essai sur site et de calcul prescrites dans le présent document sont appropriées. Il convient de reconnaître que les données obtenues dans ces conditions peuvent ne pas concorder complètement avec les données précédentes ou ultérieures, obtenues dans un laboratoire ou sur site, en raison de la variabilité et de la nature incontrôlée des essais sur site.

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 8178-2:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/88d21dfc-a1b2-4b8b-b7f7-1868a2918658/iso-8178-2-2021>

# 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

Le présent document spécifie 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 sur site.

Le présent document est applicable lorsque les émissions des moteurs alternatifs à combustion interne utilisés dans des engins non routiers, des équipements industriels, des installations marines, des groupes électrogènes, des applications à la traction ferroviaire diesel ou similaires, font l'objet de mesurages sur site. L'Article 4 s'applique à la réalisation de mesures d'émissions de gaz ou de particules des gaz d'échappement en régime permanent de type discret en un point de fonctionnement unique ou à celle d'un essai basé sur un cycle pondéré sur site. L'Article 5 s'applique lorsqu'il est nécessaire d'évaluer les performances d'émissions de gaz des moteurs au cours du fonctionnement normal sur site en utilisant des systèmes de mesure des émissions de type portable (PEMS).

### 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 8178-1:2020, *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 8178-4:2020, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 4: Cycles d'essai à l'état stable et transitoires pour différentes applications des moteurs*

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

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

ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 27145-4, *Véhicules routiers — Mise en application des exigences de communication pour le diagnostic embarqué harmonisé à l'échelle mondiale (WWH-OBD) — Partie 4: Connexion entre véhicule et équipement d'essai*

ISO 15765-4, *Véhicules routiers — Diagnostic sur gestionnaire de réseau de communication (DoCAN) — Partie 4: Exigences applicables aux systèmes associés aux émissions*

ISO 13400, *Véhicules routiers — Communication de diagnostic au travers du protocole internet (DoIP)*

ISO 15031-3, *Véhicules routiers — Communications entre un véhicule et un équipement externe pour le diagnostic relatif aux émissions — Partie 3: Connecteur de diagnostic et circuits électriques associés: spécifications et utilisation*

SAEJ 1939-73, *Couche d'application — diagnostics*

ASTM E 29-06b, *Pratique standard pour l'utilisation de chiffres significatifs dans les données d'essais pour déterminer la conformité aux spécifications*

## 3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 8178-1, l'ISO 8178-4, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC 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 <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1.1

##### **événement**

données mesurées dans un essai en service pour les calculs des émissions de gaz polluants, obtenues dans un incrément de temps  $\Delta t$  égal à la période d'échantillonnage de données

#### 3.1.2

##### **conditions du site**

conditions dans lesquelles le moteur soumis à l'essai est installé et accouplé avec l'équipement ou le véhicule réel qui l'entraîne, et permettant le fonctionnement normal de l'équipement ou du véhicule dans les conditions normales de fonctionnement

#### 3.1.3

##### **fenêtre mobile de calcul de moyenne**

période, mesurée en quantité cumulée de travail ou de CO<sub>2</sub>, au cours de laquelle chaque intégration d'émissions de gaz polluants est réalisée

#### 3.1.4

##### **séquence de fonctionnement**

temps écoulé de fonctionnement non interrompu d'engins et d'échantillonnage continu de données pendant un essai en service

#### 3.1.5

##### **système de mesure des émissions de type portable**

##### **PEMS**

système de mesurage des émissions transportable et adapté à la réalisation de mesures en service

#### 3.1.6

##### **puissance proxy**

valeur obtenue par simple interpolation linéaire basée sur certaines hypothèses dans le seul but d'identifier des événements non opérationnels en absence de signal de couple d'une UCE

#### 3.1.7

##### **masse de référence de CO<sub>2</sub>**

quantité de CO<sub>2</sub> cumulée, mesurée au cours d'un essai sur banc préalable du type de moteur ou, le cas échéant de la famille de moteurs, utilisée pour déterminer la taille de la fenêtre de CO<sub>2</sub> à moyenne mobile



### 3.1.8

#### travail de référence

quantité de travail cumulée, mesurée au cours d'un essai sur banc préalable du type de moteur ou, le cas échéant de la famille de moteurs, utilisée pour déterminer la taille de la fenêtre de travail mobile de calcul de moyenne

## 3.2 Symboles

### 3.2.1 Symboles généraux

Symbole	Définition	Unité
$D_{\max}$	Durée maximale de la fenêtre de calcul de moyenne	s
$e_{\text{gaz}}$	Émissions spécifiques de gaz polluants au frein	g/kWh
$f_a$	Facteur atmosphérique du laboratoire	—
$f_{\text{CF}}$	Facteur de conformité	—
$f_{\text{CFC}}$	Rapport de certification	—
$f_{\text{CFI}}$	Rapport en service	—
$f_{\text{WF}}$	Coefficient de pondération	—
$K_{\text{veline}}$	Constante de CO <sub>2</sub> simplifiée spécifique à une famille de moteurs	—
$L$	Valeur limite	g/kWh
$m$	Émissions massiques de gaz polluants	g
$m_{\text{CO}_2}$	Masse de CO <sub>2</sub> sur le cycle d'essai	g
$m_{\text{CO}_2\text{réf}}$	Masse de référence de CO <sub>2</sub>	g
$N_{\text{mode}}$	Numéro de mode dans le cycle d'essai	—
$p_b$	Pression atmosphérique barométrique	kPa
$p_s$	Pression atmosphérique sèche	kPa
$P$	Puissance au frein non corrigée	kW
$P_{\text{aux}}$	Puissance totale déclarée, absorbée par les auxiliaires montés pour l'essai et non spécifiée dans l'Annexe B de l'ISO 8178-4:2020	kW
$P_{\text{max}}$	Puissance maximale mesurée ou déclarée	kW
$P_{\text{proxy},i}$	Puissance proxy instantanée (Voir <a href="#">Annexe F</a> )	kW
$P_m$	Puissance mesurée	kW
$q_{\text{mCO}_2}$	Débit-masse moyen de CO <sub>2</sub>	g/h
$r_{\text{NO}_x}$	Coefficient de réponse au NO <sub>x</sub> de l'analyseur de dioxyde de zirconium	—
$r_{\text{NO}_2}$	Coefficient de réponse au NO <sub>2</sub> de l'analyseur de dioxyde de zirconium	—
$r_{\text{NO}_2,\text{max}}$	Rapport de concentration NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> maximal	—
$t$	Temps	s
$t_{\text{réf}}$	Temps de référence	s
$T$	Température	°C
$T_a$	Température absolue	K
$W$	Travail	kWh
$W_{\text{act}}$	Travail réel	kWh
$W_{\text{réf}}$	Travail de référence	kWh

### 3.2.2 Symboles pour composés chimiques mesurés

Symbole	Composant
CO	Monoxyde de carbone

Symbole	Composant
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
HC	Hydrocarbures
NH <sub>3</sub>	Ammoniac
NMHC	Hydrocarbures non méthane
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote
MP	Matières particulaires
NP	Nombre de particules
THC	Hydrocarbures totaux

### 3.3 Termes abrégés

UCE	Unité de commande électronique
EFM	Débitmètre de gaz d'échappement
LSI-NRTC	Cycle en régime transitoire non routier pour les gros moteurs à allumage par étincelle
NRMM	Engins mobiles non routiers
NRSC	Cycle en régime permanent non routier
NRTC	Cycle en régime transitoire non routier
RMC NRSC	Cycle d'essai modal en régime permanent avec rampes de transition
ZRDO	Dioxyde de zirconium (analyseur)

## 4 Essais en régime permanent de type discret sur site lorsqu'ils sont destinés, soit à réaliser des mesurages en un point de fonctionnement unique, soit à mener un essai basé sur un cycle pondéré

### 4.1 Généralités

Les essais réalisés selon l'[Article 4](#) doivent généralement respecter les exigences établies dans l'ISO 8178-1:2020 et ISO 8178-4 pour les essais en régime permanent de type discret. Les écarts par rapport aux exigences de ces parties sont limités à ceux établis dans l'[Article 4](#). Cette clause ne doit pas être utilisée pour les essais en régime transitoire.

### 4.2 Conditions d'essai

#### 4.2.1 Exigences générales

Les mesurages sur site conformes à l'[Article 4](#) ne peuvent être réalisés que lorsque le mesurage au banc d'essai n'est pas approprié, puisque le mesurage requis ne peut pas être réalisé sur le banc d'essai.

NOTE Lorsque les essais sont réalisés sur site, les cycles d'essai spécifiés dans l'ISO 8178-4:2020 pourraient ne pas être entièrement reproductibles, il pourrait exister des différences entre les paramètres de fonctionnement des moteurs et les conditions en laboratoire, et des différences pourraient exister dans l'exactitude de l'équipement de mesurage des émissions. En conséquence, il n'est pas prévu que les résultats des émissions obtenus lors des essais, conformément à l'[Article 5](#), puissent être directement comparables aux valeurs obtenues sur le banc d'essai.

## 4.2.2 Conditions d'essai des moteurs

### 4.2.2.1 Conditions ambiantes

La température de l'air d'admission du moteur, exprimée en °C, et la pression atmosphérique sèche,  $p_s$ , exprimée en kilopascals (kPa), doivent être mesurées et enregistrées, et le paramètre  $f_a$  doit être déterminé selon l'ISO 8178-4:2020, 5.1.1 et enregistré. Le calcul de  $f_a$  exige la température absolue,  $T_a$ , de l'air d'admission à exprimer en Kelvin (K).

Avec l'accord des parties concernées, en tenant compte des fins pour lesquelles l'essai est réalisé, la plage de  $f_a$  et la température de l'air d'admission peuvent se situer à l'extérieur de la plage donnée dans l'ISO 8178-4:2020, 5.1.2.

NOTE  $f_a$  est calculé en utilisant la température de l'air d'admission, et non celle de l'air ambiant.

L'humidité de l'air d'admission du moteur doit être mesurée, et l'humidité absolue déterminée.

### 4.2.2.2 Moteurs avec refroidissement d'air d'alimentation

La température du fluide de refroidissement et la température de l'air d'alimentation doivent être consignées.

### 4.2.2.3 Paramètres du moteur

Les paramètres du moteur nécessaires pour calculer les émissions et garantir la validité de l'essai conformément au présent document doivent être déterminés à partir des valeurs mesurées et enregistrées dans les unités appropriées.

S'il n'est pas possible de mesurer un paramètre en utilisant une instrumentation satisfaisant aux exigences de l'ISO 8178-1, d'autres méthodes de mesurage peuvent être utilisées avec l'accord des parties concernées. Elles peuvent inclure l'utilisation de signaux provenant d'une unité de gestion de moteur ou d'engins dans lesquels le moteur est installé.

D'autres paramètres peuvent être mesurés et enregistrés conformément à l'accord des parties concernées.

## 4.2.3 Puissance

Les termes relatifs à la puissance sont définis dans l'ISO 14396, tels qu'appliqués dans l'ISO 8178-4:2020. La base du mesurage des émissions spécifiques, exprimée en g/kWh, est la puissance au frein non corrigée. Les valeurs de puissance, de régime du moteur et de couple, mesurées sur site peuvent différer de celles mesurées dans les conditions du banc d'essai. Par conséquent, les valeurs d'émissions exprimées en g/kWh différeront également. Si la pleine charge 100 % ne peut pas être obtenue pour le mesurage au banc d'essai, la puissance maximale de sortie devant être mesurée est limitée par le régime du moteur maximale admissible et le couple maximal admissible.

Dans les cas où un mesurage direct du couple n'est pas possible, la puissance délivrée doit être calculée en se basant sur d'autres données disponibles, y compris les signaux venant des moteurs ECM ou de la position de la crémaillère de carburant. La méthode de calcul et d'estimation doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

L'ISO 8178-4:2020, 5.2 doit être utilisé pour tenir compte des auxiliaires, dans la mesure du possible, en prenant en considération qu'il peut ne pas être pratique de les retirer d'un moteur installé, ni de séparer le moteur du mécanisme entraîné. S'il existe un risque que les auxiliaires, qui devraient normalement être retirés pour les essais conformément à l'ISO 8178-4, puissent absorber plus de 5 % de la puissance maximale observée, un accord entre les parties concernées doit être recherché avant de procéder à l'essai.

#### 4.2.4 Système d'admission d'air du moteur

Le moteur doit être équipé d'un système d'admission d'air avec un étranglement à l'admission d'air, situé dans les limites spécifiées par le constructeur.

#### 4.2.5 Refroidisseur d'admission

Le cas échéant, le moteur doit être équipé d'un système de refroidissement d'air d'alimentation d'une capacité suffisante pour maintenir le moteur aux températures de fonctionnement normal spécifiées par le fabricant.

#### 4.2.6 Système d'échappement du moteur

Le moteur doit être équipé d'un système d'échappement dont la contre-pression à l'échappement doit se situer dans les limites spécifiées par le constructeur.

#### 4.2.7 Moteurs avec systèmes de post-traitement des gaz d'échappement

##### 4.2.7.1 Utilisation d'un réactif

Dans le cas d'un moteur équipé d'un système de post-traitement des gaz d'échappement nécessitant la consommation d'un réactif, le réactif utilisé pour tous les essais doit respecter la spécification prescrite par le constructeur, être enregistré et présenté avec les résultats des essais.

##### 4.2.7.2 Régénération

Pour les moteurs équipés d'un système de post-traitement des gaz d'échappement, qui sont régénérés sur une base périodique (ou peu fréquente), comme décrit dans l'ISO 8178-4:2020, 5.5.1.2.2, les résultats d'émissions doivent être ajustés pour tenir compte des événements de régénération. Dans ce cas, l'émission moyenne dépend de la fréquence de l'événement de régénération en fonction de la partie des essais au cours de laquelle la régénération a lieu, et de l'importance de l'augmentation des émissions pendant la régénération. La méthode de détermination des émissions pendant la régénération et l'ajustement correspondant doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

#### 4.2.8 Émissions de gaz de carter

Si les parties concernées exigent que soient incluses les émissions de gaz de carter qui sont normalement libérées directement dans l'atmosphère ambiante, les émissions en question doivent être ajoutées aux émissions d'échappement durant tous les essais d'émissions, soit physiquement soit mathématiquement. Les méthodes pour y parvenir sont exposées dans l'ISO 8178-4:2020, 5.5.2.

#### 4.2.9 Système de refroidissement

Le moteur doit être équipé d'un système de refroidissement d'une capacité suffisante pour maintenir le moteur aux températures de fonctionnement normal spécifiées par le constructeur.

#### 4.2.10 Huile de lubrification

Les spécifications de l'huile de lubrification utilisée doivent satisfaire aux exigences du constructeur, être consignées et jointes aux résultats d'essai.

#### 4.2.11 Carburants d'essai

Les caractéristiques du carburant influencent les émissions des gaz d'échappement du moteur. Par conséquent, dans tous les cas, les caractéristiques du carburant utilisé pour l'essai doivent être vérifiées comme requis et doivent être consignées et déclarées avec les résultats de l'essai. Les caractéristiques à consigner doivent être celles énumérées dans la feuille de données appropriée figurant dans

l'ISO 8178-5. Un certificat d'analyse de carburant qui inclut ces caractéristiques doit satisfaire à cette exigence.

Sauf spécification contraire, le carburant d'essai doit être le carburant de référence approprié donné dans l'ISO 8178-5 ou le carburant type du moteur pour son application sur site.

La température du carburant doit être conforme aux recommandations du constructeur.

### 4.3 Installation des sondes et de l'équipement d'échantillonnage

Des dispositions doivent être prises pour la bonne installation des sondes d'échantillonnage et de l'équipement de mesure, conformément à l'ISO 8178-1:2020, 5.2 et 8.1.1. Des modifications adaptées aux conditions d'installation sur site sont autorisées dans les situations suivantes:

- a) la place disponible pour l'instrumentation nécessaire doit être suffisamment grande pour répondre aux exigences de sécurité et aux conditions ambiantes de travail;
- b) le gaz d'échappement du moteur doit être acheminé à l'aide de raccords courts, de préférence flexibles, montés à l'extrémité du tuyau d'échappement du moteur en aval de tout dispositif de traitement secondaire, s'il y a lieu;
- c) les raccords flexibles, ayant une longueur n'excédant pas trois fois leur plus grand diamètre interne, peuvent être utilisés pour agrandir ou réduire le diamètre du tuyau d'échappement afin de correspondre à celui de l'équipement d'essai;
- d) des tuyaux d'échappement bruts en acier inoxydable rigide doivent être utilisés pour relier les raccords flexibles. Les tuyaux peuvent être droits ou courbés pour s'adapter à la géométrie de l'équipement. Des fixations en acier inoxydable en forme de «T» ou de «Y» peuvent être utilisées pour relier le système d'échappement aux tuyaux d'échappement arrière;
- e) les raccords et les tuyaux ne doivent pas augmenter la contre-pression pouvant entraîner le dépassement de la restriction relative aux gaz d'échappement maximal spécifié par le constructeur;
- f) si le mesurage risque d'être faussé par la condensation, une action doit être prise pour l'éviter. Cela peut inclure un chauffage ou une isolation supplémentaire.

## 4.4 Équipement de mesure et données à mesurer

### 4.4.1 Généralités

L'émission de composants gazeux et de particules par le moteur soumis à l'essai doit être mesurée par les méthodes décrites dans l'ISO 8178-1:2020, Article 5.

Cet article décrit, respectivement, les systèmes analytiques recommandés pour les gaz polluants et les systèmes de dilution et d'échantillonnage des particules utilisés dans la cellule d'essai. Les mêmes principes doivent également s'appliquer aux systèmes de mesurage sur site. Les systèmes d'analyse sur site doivent être installés pour être affectés au minimum par les conditions ambiantes, telles que la température, la pression, l'humidité, l'orientation physique, les chocs et les vibrations mécaniques, le rayonnement électromagnétique et les émissions ambiantes.

Les types de systèmes devant être utilisés pour l'essai doivent être déclarés préalablement à l'essai et faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

#### 4.4.2 Analyseur de dioxyde de zirconium pour NO<sub>x</sub>

Un analyseur de dioxyde de zirconium pour NO<sub>x</sub>, utilisé dans des conditions qui fournissent un coefficient de réponse au NO<sub>x</sub> supérieur à 0,9, peut servir à réaliser des mesurages sur site aux fins et dans les conditions exposées dans le présent Article:

- a) Comme dispositif de surveillance pour confirmer l'activation d'un système de contrôle d'émissions de NO<sub>x</sub>;
- b) Pour réaliser un mesurage ponctuel sur site si les parties concernées ont convenu que l'utilisation d'un instrument indiquée dans l'ISO 8178-1:2020, 7.3.6 n'est pas nécessaire;
- c) S'il a été démontré que l'analyseur satisfaisait aux exigences du [4.4.3](#) dans des conditions de fonctionnement similaires à celles de l'essai prévu, et si les parties concernées ont également convenu d'utiliser cet analyseur.

Avant de réaliser des mesurages avec un analyseur pour NO<sub>x</sub> (ZRDO), les parties concernées doivent évaluer les incertitudes associées à l'utilisation de cet analyseur pour le mesurage prévu. Les points suivants doivent être inclus dans cette évaluation:

- a) Emplacement du (des) capteur(s) dans le système d'échappement;
- b) Interférence potentielle par NH<sub>3</sub> qui peut augmenter le résultat du mesurage, et qui peut dépendre de différents facteurs y compris, mais sans y être limité:
  1. La conception du moteur, y compris du système de post-traitement, s'il est installé;
  2. L'âge et la détérioration du système de post-traitement, s'il est installé;
  3. Les caractéristiques de conception de l'analyseur pour NO<sub>x</sub> (ZRDO);
  4. La température des gaz d'échappement.

NOTE Un analyseur pour NO<sub>x</sub> (ZRDO) a généralement une réponse positive au NH<sub>3</sub>. En conséquence, si du NH<sub>3</sub> est présent dans l'échappement (par exemple, en aval d'un système de post-traitement des NO<sub>x</sub> à réduction catalytique sélective (SCR), il créera une interférence, et la valeur mesurée par l'analyseur pour NO<sub>x</sub> (ZRDO) sera fonction de la concentration de NO<sub>x</sub> et de NH<sub>3</sub> dans les gaz d'échappement.

Lorsqu'un analyseur pour NO<sub>x</sub> (ZRDO) est utilisé, les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- a) Le capteur de l'analyseur doit être monté directement dans le débit des gaz d'échappement pour réaliser les mesurages sur une base humide;
- b) Avant de réaliser un essai d'émissions, l'analyseur doit être mis en température et stabilisé conformément aux spécifications du fabricant de l'instrument, et un contrôle du zéro et de l'étendue de mesure effectué, comme spécifié à l'[Article K.1](#);
- c) Après l'essai d'émissions, un contrôle du zéro et de l'étendue de mesure doit être réalisé et la dérive vérifiée selon l'ISO 8178-4:2020, 8.7.4.
- d) Le coefficient de réponse au NO<sub>x</sub> doit être calculé tel que spécifié à l'[Article K.2](#).

#### 4.4.3 Autres procédures de mesurage

D'autres systèmes ou analyseurs peuvent être acceptés, à condition qu'ils fournissent des résultats équivalents en utilisant les principes généraux de mesurage et l'équivalence de système indiqués dans l'ISO 8178-1:2020, Article 5 ou que les parties concernées conviennent d'utiliser un tel système ou analyseur.



#### 4.4.4 Couple et régime

En réalisant des mesurages en un point de fonctionnement unique en régime permanent, chaque combinaison de couple et de régime doit être convenue entre les parties concernées, et les mesurages doivent être consignés point par point.

En réalisant un essai basé sur un cycle pondéré de type discret en régime permanent, le moteur doit fonctionner avec la séquence couple et régime appliquée conformément aux cycles d'essai correspondants décrits dans l'ISO 8178-1:2020. Dans les cas où cela n'est pas possible, par exemple du fait des caractéristiques de la charge ou en raison des vibrations de torsion de l'installation, le point d'essai requis doit être remplacé par un point aussi proche que possible. Cela doit faire l'objet d'un accord entre toutes les parties concernées.

L'instrumentation pour le mesurage du couple et du régime doit permettre la détermination de la puissance sur l'arbre, dans les limites données. Des calculs supplémentaires et des comparaisons avec les résultats de mesure sur banc d'essai peuvent être nécessaires.

Des signaux provenant de l'UCE du moteur peuvent être utilisés à la place des valeurs mesurées par des instruments individuels, à condition que ces signaux soient filtrés correctement et en cas d'un changement de signal avec le temps, alignés dans le temps avec les signaux d'émissions de l'instrument conformément aux principes énoncés dans l'Article D.3. Toute combinaison de signaux de l'UCE, avec ou sans autres mesurages, peut être utilisée pour estimer le régime et le couple du moteur devant être utilisés pour les calculs de l'émission spécifique engendrée par le frein, à condition que la performance globale de l'estimateur de régime ou de couple satisfasse aux spécifications de performance l'ISO 8178-1:2020, Tableau 4.

D'autres données disponibles incluant la position de la crémaillère de carburant peuvent être utilisées à cette fin. Dans ce cas, la méthode de calcul et d'estimation doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

#### 4.4.5 Débit des gaz d'échappement

Les méthodes principales applicables pour déterminer le débit des gaz d'échappement et les exigences d'exactitude et de linéarité requises sont décrites dans l'ISO 8178-1:2020, 6.4.3 et 6.4.4.

#### 4.4.6 Exactitude des données à mesurer

##### 4.4.6.1 Analyseur de gaz d'échappement

Les instruments de mesurage doivent satisfaire aux spécifications énoncées dans l'ISO 8178-1:2020, 5.3 et aux exigences relatives aux contrôles de performance et d'étalonnage exposées dans 8178-1:2020, Paragraphe 9.1.

Une attention toute particulière doit être portée à la réalisation des opérations suivantes:

- a) le contrôle d'étanchéité côté dépression tel qu'indiqué dans l'ISO 8178-1:2020, 9.3;
- b) la réponse et la mise à jour, l'enregistrement et la vérification de l'analyseur de gaz, tel qu'exposé dans l'ISO 8178-1:2020, 9.1.5.

La fréquence minimale de vérification de la linéarité de l'analyseur de gaz exposée l'ISO-8178-1:2020, Tableaux 6 et 7 peut être portée à 3 mois.

##### 4.4.6.2 Autres équipements de mesure

Les exigences exposées dans l'ISO 8178-1:2020, Articles 6 et 9 doivent être satisfaites. L'étalonnage de tous les instruments de mesure doit pouvoir être raccordé à des étalons nationaux (internationaux). Les instruments doivent être étalonnés tel que requis par les modes opératoires de vérification interne, par le constructeur de l'instrument, conformément à l'ISO/IEC 17025.