

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**8178-4**

Première édition  
1996-08-15

---

---

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

iTeh STANDARD PREVIEW

**Partie 4:**

**Cycles d'essai pour différentes applications  
des moteurs**

[ISO 8178-4:1996](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02ea5049-e962-4132-a7d5-04184ff7b0ad/iso-8178-4-1996)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02ea5049-e962-4132-a7d5-04184ff7b0ad/iso-8178-4-1996>

*Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission  
measurement —*

*Part 4: Test cycles for different engine applications*



Numéro de référence  
ISO 8178-4:1996(F)

## Sommaire

	Page
<b>1</b> Domaine d'application .....	<b>1</b>
<b>2</b> Références normatives .....	<b>1</b>
<b>3</b> Définitions .....	<b>2</b>
<b>4</b> Symboles et abréviations .....	<b>2</b>
<b>5</b> Couple .....	<b>3</b>
<b>6</b> Vitesse intermédiaire .....	<b>4</b>
<b>7</b> Informations concernant la préparation de l'essai .....	<b>4</b>
<b>8</b> Modes et coefficients de pondération pour les cycles d'essai	<b>5</b>
<b>8.1</b> Généralités .....	<b>5</b>
<b>8.2</b> Cycle d'essai de type B — Universel .....	<b>6</b>
<b>8.3</b> Cycles d'essai de type C — Véhicules et équipement industriel pour applications non routières .....	<b>7</b>
<b>8.4</b> Cycles d'essai de type D — Vitesse constante .....	<b>9</b>
<b>8.5</b> Cycles d'essai de type E — Applications marines .....	<b>10</b>
<b>8.6</b> Cycle d'essai de type F — Traction ferroviaire .....	<b>12</b>
<b>8.7</b> Cycles d'essai de type G — Matériel de bricolage et pour pelouses et jardins, de puissance généralement inférieure à 20 kW .....	<b>13</b>

## Annexes

<b>A</b> Cycle d'essai de type A .....	<b>16</b>
<b>B</b> Tableau combiné des coefficients de pondération .....	<b>17</b>
<b>C</b> Bibliographie .....	<b>18</b>

© 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

## 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 8178-4 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*

Les annexes A, B et C de la présente partie de l'ISO 8178 sont données uniquement à titre d'information.

## Introduction

Par comparaison avec les moteurs pour applications routières, les moteurs pour applications non routières sont réalisés en une variété beaucoup plus large de puissances et de configurations et sont utilisés dans un grand nombre d'applications différentes.

Les objectifs de la présente partie de l'ISO 8178 sont de rationaliser les modes opératoires d'essai pour les moteurs pour applications non routières, afin de simplifier et de rendre plus rentables la préparation de la réglementation, le développement des spécifications des moteurs et la certification des moteurs en ce qui concerne le contrôle des émissions de gaz et de particules.

La présente partie de l'ISO 8178 englobe trois principes permettant d'atteindre ces objectifs.

Le premier principe consiste à grouper les applications ayant des caractéristiques de fonctionnement des moteurs similaires, afin de réduire le nombre de cycles d'essai à un minimum, mais en garantissant que les cycles d'essai sont représentatifs du fonctionnement réel du moteur. Les modes de ces cycles ont été sélectionnés de façon à ce que la majorité des cycles d'essai soit des sous-ensembles d'un cycle d'essai universel.

Le second principe consiste à exprimer les résultats des émissions en fonction de la puissance au frein telle que définie dans l'ISO 8178-1:1996, définition 3.9. Cela garantit que les variantes d'application des moteurs ne conduisent pas à une multiplicité d'essais.

Le troisième principe consiste à incorporer dans une même famille de moteurs des moteurs ayant des caractéristiques d'émission et conception similaires, qui sont représentés par le moteur ayant les plus fortes émissions à l'intérieur du groupe.

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

## Partie 4:

### Cycles d'essai pour différentes applications des moteurs

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 8178 prescrit les cycles d'essai pour le mesurage et l'évaluation des émissions de gaz et de particules provenant des moteurs alternatifs à combustion interne couplés à un dynamomètre. Avec certaines restrictions, la présente partie de l'ISO 8178 peut également être utilisée pour le mesurage sur site. Les essais doivent être effectués avec le moteur en régime permanent en utilisant les cycles d'essai représentatifs des applications données.

La présente partie de l'ISO 8178 est applicable aux moteurs alternatifs à combustion interne pour installations mobile, transportable et/ou fixe, à l'exclusion des moteurs de véhicules conçus originellement pour des applications routières. Elle peut être appliquée aux moteurs utilisés, par exemple, dans les engins de terrassement, les groupes électrogènes et pour d'autres applications.

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 particulières peuvent s'appliquer.

#### 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 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 8178-2:1996, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 2: Mesurage des émissions de gaz et de particules sur site.*

ISO 8178-3:1994, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 3: Définitions et méthodes de mesure de la fumée des gaz d'échappement dans des conditions stabilisées.*

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

ISO 8178-6:—<sup>1)</sup>, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 6: Rapport d'essai.*

ISO 8178-7:—<sup>1)</sup>, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 7: Détermination des familles de moteurs.*

ISO 8178-8:—<sup>1)</sup>, *Moteurs alternatifs à combustion interne — Mesurage des émissions de gaz d'échappement — Partie 8: Détermination des groupes de moteurs.*

ISO 8528-1:1993, *Groupes électrogènes à courant alternatif entraînés par moteurs alternatifs à combustion interne — Partie 1: Application, caractéristiques et performances.*

### 3 Définitions

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

**3.1 cycle d'essai:** Séquence des modes d'essai du moteur, chacun avec une vitesse, un couple et un coefficient de pondération  $W_F$  définis [sauf pour le cycle universel (B) sans coefficient de pondération], les coefficients de pondération s'appliquent uniquement si les résultats sont exprimés en grammes par kilowattheure.

**3.2 préconditionnement du moteur:** Préchauffage du moteur à la puissance nominale utilisée dans le cycle d'essai, pour stabiliser les paramètres du moteur selon les recommandations du constructeur.

NOTE 1 Il convient que la phase de préconditionnement protège également le mesurage réel contre l'influence des dépôts dans le système d'échappement, provenant de l'essai précédent.

Il y a également une période de stabilisation dans les modes d'essai. Elle a été incluse pour réduire au minimum les influences entre les points.

**3.3 mode:** Point de fonctionnement du moteur caractérisé par une vitesse et un couple (ou une puissance disponible).

**3.4 durée du mode:** Durée entre l'abandon de la vitesse et/ou du couple du mode précédent ou de la phase de préconditionnement et le début du mode suivant, incluant la durée pendant laquelle la vitesse et/ou le couple sont modifiés et la stabilisation au début de chaque mode.

**3.5 vitesse nominale:** Vitesse à laquelle, selon l'indication du constructeur du moteur, la puissance nominale est délivrée. (Pour les détails, voir l'ISO 3046-1.)

**3.6 vitesse intermédiaire:** Vitesse déclarée par le constructeur, en tenant compte des prescriptions de l'article 6.

**3.7 famille de moteurs:** Classification, par les constructeurs, des moteurs susceptibles d'avoir, de par leur conception, des caractéristiques d'émission de gaz d'échappement semblables, tous les constituants de la famille devant être conformes aux valeurs limites d'émissions applicables. [ISO 8178-7]

### 4 Symboles et abréviations

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 8178, les symboles et abréviations définis dans l'ISO 8178-1, dans l'ISO 8178-2, dans l'ISO 8178-3, dans l'ISO 8178-5, dans l'ISO 8178-6, dans l'ISO 8178-7 et dans l'ISO 8178-8 sont utilisés.

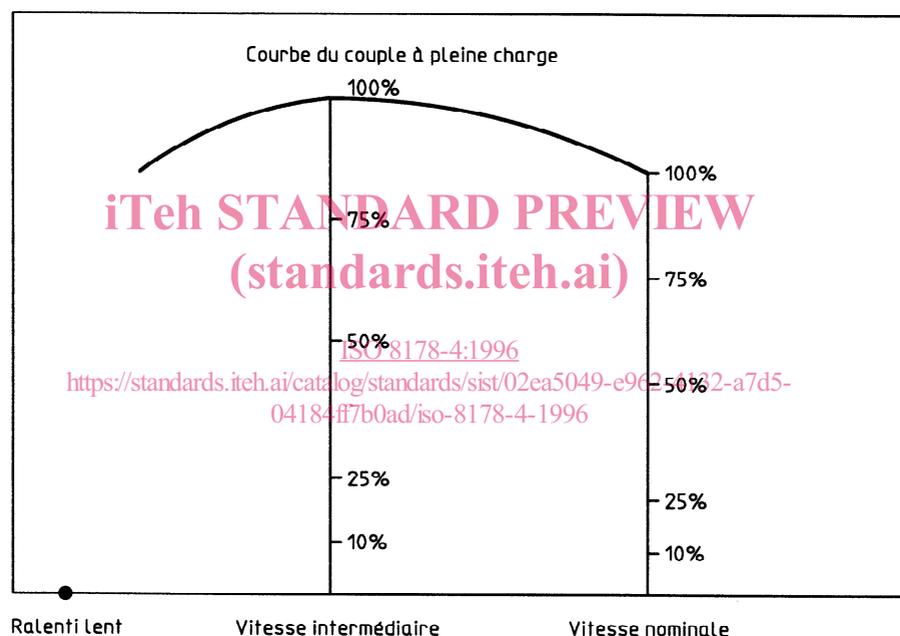
Les paramètres essentiels pour la présente partie de l'ISO 8178 sont:

1) À publier.

Symbole	Définition	Unité
$n$	Vitesse moteur	$\text{min}^{-1}$
$M$	Couple	Nm
$P$	Puissance au frein non corrigée	kW
$W_F$	Coefficient de pondération	1

## 5 Couple

**5.1** Les valeurs de couple données dans les cycles d'essai (B, C1, C2, D1, D2, E1, E2, F, G1, G2 et G3) sont des valeurs en pourcentage qui représentent, pour un mode d'essai donné, le rapport entre le couple requis et le couple maximal possible pour une vitesse donnée (voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 11.5). La figure 1 représente les échelles de couple.



**Figure 1 — Échelles de couple**

**5.2** Pour le cycle d'essai E3, les valeurs de la puissance sont les valeurs exprimées en pourcentage de la puissance nominale maximale à la vitesse nominale, puisque ce cycle est basé sur une courbe caractéristique d'hélice théorique pour les navires, sans limitation de longueur, entraînés par des moteurs à puissance soutenue.

Pour les cycles d'essai E4, les valeurs du couple sont des valeurs exprimées en pourcentage du couple à la puissance nominale. Ce cycle est basé sur la courbe caractéristique d'hélice théorique, représentant le fonctionnement typique d'un moteur à allumage par étincelle pour navires de plaisance.

Pour le cycle d'essai E5, les valeurs de la puissance sont les valeurs exprimées en pourcentage de la puissance nominale maximale à la vitesse nominale, puisque ce cycle est basé sur une courbe caractéristique d'hélice théorique pour navires de longueur inférieure à 24 m entraînés par des moteurs diesels.

NOTE 2 Il existe d'autres courbes caractéristiques d'hélice.

La figure 2 représente les deux courbes représentatives choisies par l'ISO/TC 70/SC 8.

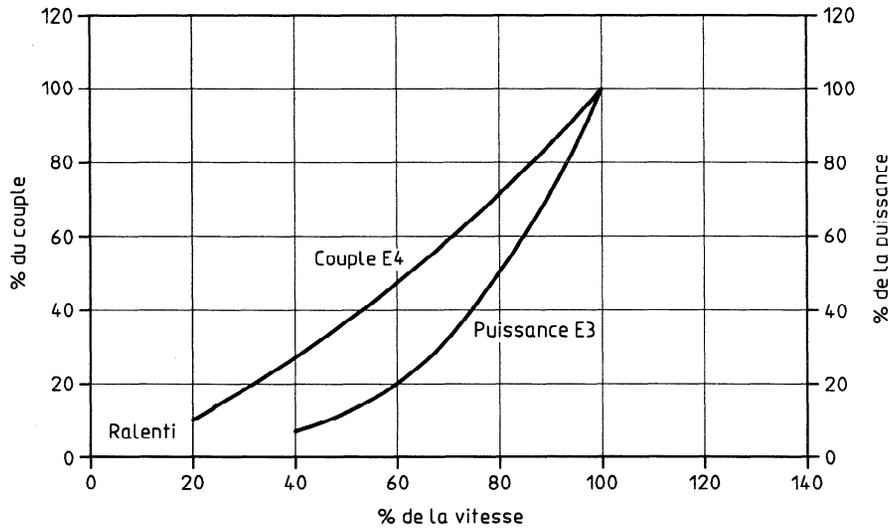


Figure 2 — Exemples d'échelles de puissance

## 6 Vitesse intermédiaire

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**6.1** Pour les moteurs conçus pour fonctionner dans une plage de vitesses sur une courbe de couple à pleine charge, la vitesse intermédiaire doit être la vitesse déclarée au couple maximal si elle est comprise entre 60 % et 75 % de la vitesse nominale.

Si la vitesse déclarée au couple maximal est inférieure à 60 % de la vitesse nominale, la vitesse intermédiaire doit être prise égale à 60 % de la vitesse nominale.

Si la vitesse déclarée au couple maximal est supérieure à 75 % de la vitesse nominale, la vitesse intermédiaire doit être prise égale à 75 % de la vitesse nominale.

**6.2** Pour les moteurs qui ne sont pas conçus pour fonctionner dans une plage de vitesses sur la courbe de couple à pleine charge, dans des conditions de régime permanent, la vitesse intermédiaire sera généralement comprise entre 60 % et 70 % de la vitesse nominale maximale.

**6.3** Pour les moteurs qui seront utilisés pour propulser des navires à hélice fixe spécifiés en 8.5, les vitesses intermédiaires sont définies à l'article 8.

**6.4** Pour les moteurs devant être essayés selon le cycle d'essai G1, la vitesse intermédiaire doit être prise égale à 85 % de la vitesse nominale maximale.

## 7 Informations concernant la préparation de l'essai

N°	Paramètre	Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe (article)	Voir l'ISO 8178-2:1996, paragraphe (article)
7.1	Conditions d'essai	5.2	5.2
7.2	Puissance	3.9, 5.3	3.9, 5.3

N°	Paramètre	Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe (article)	Voir l'ISO 8178-2:1996, paragraphe (article)
7.3	Système d'admission d'air du moteur	5.4	5.4
7.4	Système d'échappement du moteur	5.5	5.5
7.5	Carburants d'essai, carburants de référence (ISO 8178-5)	6	6
7.6	Équipement de mesure et paramètres à mesurer	7	7
7.7	Exactitude des instruments de mesure	7.3	7.3
7.8	Détermination du débit des gaz d'échappement	7.2	7.2
7.9	Détermination des composants gazeux	7.4, 15	7.4, 15 <sup>1)</sup>
7.10	Détermination des particules	7.5, 16	7.5, 16 <sup>1)</sup>
7.11	Étalonnage des instruments analytiques	8	8 <sup>1)</sup>
7.11.1	Procédure d'étalonnage	8.5	8 <sup>1)</sup>
7.11.2	Vérification de l'étalonnage	8.6	8 <sup>1)</sup>
7.12	Essai de rendement du convertisseur de NO <sub>x</sub>	8.7	8 <sup>1)</sup>
7.13	Contrôle de la réponse aux hydrocarbures du détecteur à ionisation de flamme chauffé	8.8	8 <sup>1)</sup>
7.14	Intervalles d'étalonnage	8.10	8 <sup>1)</sup>
7.15	Étalonnage du système d'échantillonnage des particules	9	9 <sup>1)</sup>
7.17	Mode opératoire	11	11 <sup>1)</sup>
7.18	Évaluation des données relatives aux émissions de gaz et de particules	12	12 <sup>1)</sup>
7.19	Calcul des émissions gazeuses	13	13 <sup>1)</sup>
7.20	Calcul des émissions de particules	14	14 <sup>1)</sup>
7.21	Systèmes analytiques et d'échantillonnage	15	15 <sup>1)</sup>

1) Pour ces paramètres, l'article de l'ISO 8178-2 contient des références aux paragraphes applicables de l'ISO 8178-1:1996. Dans certains cas, des différences rendues nécessaires par les conditions de site sont prescrites dans l'ISO 8178-2.

## 8 Modes et coefficients de pondération pour les cycles d'essai

### 8.1 Généralités

#### 8.1.1 Remarques

Le mesurage et l'évaluation des émissions de gaz d'échappement doivent être effectués en utilisant le cycle d'essai approprié pour l'application, comme décrit en 8.2 à 8.7 pour les cas généraux. Pour les cas particuliers non indiqués, un choix approprié doit être fait et doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

La plupart des cycles d'essai suivants proviennent des modes d'essai du Règlement CEE-ONU R49, qui est basé sur un cycle d'essai en régime permanent à 13 modes. Ce cycle d'essai est décrit dans l'annexe A comme cycle de type A.

À l'exception des modes d'essai des cycles E3, E4 et E5, qui sont calculés à partir des courbes d'hélices, les modes d'essai des autres cycles peuvent être combinés en un cycle universel (B), sans coefficient de pondération. À partir des données des émissions pour chacun des modes du cycle B, les valeurs des émissions pour chacun des autres cycles peuvent être calculées en utilisant les coefficients de pondération appropriés.

Pour évaluer l'émission de particules à partir du cycle universel (B), il est nécessaire de mesurer la concentration de particules et l'émission massique de particules de chaque mode d'essai en fonctionnement stabilisé du moteur. La durée nécessaire pour la stabilisation du moteur dépend de la taille du moteur et des conditions ambiantes.

L'équipement et les cycles d'essai prescrits dans l'ISO 8178-1:1996, et dans la présente partie de l'ISO 8178 peuvent également être utilisés pour le mesurage des émissions de particules des moteurs à allumage par étincelle (par exemple, les moteurs deux temps).

### 8.1.2 Prescriptions

Chaque essai doit être effectué suivant la séquence donnée des modes d'essai pour le cycle d'essai particulier, ou suivant la séquence des modes d'essai du cycle B si deux cycles ou davantage sont combinés. La durée minimale du mode d'essai est de 10 min, qui est la valeur normale, sauf pour les cycles d'essai G (voir 8.7.2). Si nécessaire, la durée du mode peut être prolongée, par exemple pour recueillir une masse d'échantillon de particules suffisante ou pour obtenir la stabilisation des gros moteurs.

La durée du mode doit être consignée et rapportée.

Les concentrations des émissions de gaz des gaz d'échappement doivent être mesurées et consignées pendant les trois dernières minutes du mode, sauf pour les cycles d'essai G (voir 8.7.2).

L'achèvement de l'échantillonnage des particules doit coïncider avec l'achèvement du mesurage des émissions gazeuses et ne doit pas commencer avant que la stabilisation du moteur définie par le constructeur soit atteinte.

## 8.2 Cycle d'essai de type B — Universel

### 8.2.1 Modes d'essai et coefficients de pondération

Numéro du mode (cycle B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Vitesse <sup>1)</sup>	Vitesse nominale					Vitesse intermédiaire					Vitesse de ralenti lente
Couple <sup>1)</sup> , %	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
1) Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 11.5, ainsi que les paragraphes 3.5 et 3.6 et les articles 5 et 6 de la présente partie de l'ISO 8178.											

### 8.2.2 Exécution de l'essai

L'essai doit être effectué dans l'ordre croissant des numéros des modes d'essai du cycle B.

Les dispositions de 8.1.2 doivent être prises en compte.

### 8.2.3 Critères pour l'application de cet essai

Il convient de n'utiliser cet essai que comme base pour le calcul des émissions pour les autres cycles d'essai.

### 8.3 Cycles d'essai de type C — Véhicules et équipement industriel pour applications non routières

#### 8.3.1 Cycle C1 — Véhicules pour applications non routières, équipement industriel pour applications non routières entraîné par un moteur diesel

##### 8.3.1.1 Mode d'essai et coefficients de pondération

<b>Numéro du mode</b> (cycle B)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Numéro du mode</b> (cycle C1)	1	2	3		4	5	6	7			8
<b>Vitesse</b> <sup>1)</sup>	Vitesse nominale					Vitesse intermédiaire					Vitesse de ralenti lente
<b>Couple</b> <sup>1)</sup> , %	100	75	50		10	100	75	50			0
<b>Coefficient de pondération</b>	0,15	0,15	0,15		0,1	0,1	0,1	0,1			0,15
1) Voir l'ISO 8178-1:1996, paragraphe 11.5, ainsi que les paragraphes 3.5 et 3.6 et les articles 5 et 6 de la présente partie de l'ISO 8178.											

iTeh STANDARD PREVIEW

##### 8.3.1.2 Exécution de l'essai

(standards.iteh.ai)

L'essai doit être effectué dans l'ordre croissant des numéros des modes d'essai du cycle C1.

Les dispositions de 8.1.2 doivent être prises en compte.

Facultativement, il est possible de calculer les résultats des émissions à partir du cycle d'essai de type B.

##### 8.3.1.3 Critères pour l'application de cet essai

Des exemples types sont:

- derricks de forage industriel, compresseurs, etc.;
- équipement de construction comprenant chargeuses sur roues, bouteurs, tracteurs à chenilles, chargeuses à chenilles, chargeurs de type camion, camions tous terrain, pelles hydrauliques, etc.;
- matériel agricole, motoculteurs;
- matériel forestier;
- véhicules agricoles automoteurs (y compris les tracteurs);
- équipement de manutention des matériaux;
- chariots élévateurs à fourches;
- équipement d'entretien des routes (niveleuses à moteur, rouleaux, finisseurs à asphalte);
- équipement de déneigement;
- matériels de service des aéroports;