



Directive

sur les instruments de mesure des gaz d'échappement des véhicules de chantier

du 17 mars 2000 (Etat le 20 juin 2007)

1 Objet

- 1.1 Cette directive s'applique aux instruments de mesure des gaz d'échappement (instruments) qui servent au contrôle des émissions de gaz d'échappement des véhicules de chantier selon l'annexe 2, ch. 88, de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air¹.
- 1.2 La directive règle les exigences du modèle, la procédure lors de l'approbation de modèle, la procédure lors des contrôles des instruments qui sont en service et les compétences.
- 1.3 Les conditions pour l'emploi d'un instrument selon le ch. 1.1 sont la conformité avec le modèle contrôlé et les contrôles initiaux et ultérieurs réussis.

2 Définitions

2.1 Terminologie métrologique

La terminologie métrologique se réfère au Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM²) et la Recommandation Internationale OIML R 99³.

2.2 Ajustage par gaz⁴

Lors d'un "ajustage par gaz" l'utilisateur est invité à prendre les mesures qui s'imposent pour l'ajustage. Par la suite l'ajustage se fait automatiquement. Un ajustage peut être déclenché par l'instrument ou l'utilisateur.

Les mesures qui s'imposent sont par exemple une amenée du gaz zéro et du gaz d'étalonnage appropriée et l'introduction des teneurs des composants du gaz.

2.3 Gaz zéro

Le gaz zéro est composé d'air synthétique avec typiquement 791 mmol/mol d'azote (N₂) et 209 mmol/mol d'oxygène (O₂) ou de l'air ambiant préparé et de qualité équivalente.

¹ RS 814.318.142.1

² Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM); Organisation internationale de normalisation, deuxième édition 1993; ISBN 92-67-01075-1.

³ Recommandation internationale OIML R99 : Instruments de mesure des gaz d'échappement des véhicules, édition 1991 (F).

⁴ VIM ch. 4.30.

2.4 Ajustage avec du gaz zéro

Lors de cet ajustage, l'affichage de l'instrument pour le détecteur d'oxygène est ajusté sur la teneur en oxygène du gaz zéro (pour l'air ambiant sec 209 mL/L) et pour les autres détecteurs de gaz sur zéro.

2.5 Gaz d'étalonnage

Le gaz d'étalonnage est un mélange stable de gaz ou un ensemble de tels mélanges d'une teneur certifiée⁵. Il est aussi bien utilisé pour l'ajustage et l'étalonnage des instruments que pour les contrôles de fonctionnement.

2.6 Ajustage avec du gaz d'étalonnage

Lors d'un ajustage avec du gaz d'étalonnage, l'affichage pour les détecteurs de gaz de l'instrument est ajusté sur les valeurs indiquées dans le certificat du gaz d'étalonnage correspondant.

2.7 Intervalle d'ajustage

L'intervalle d'ajustage est la période qui s'écoule entre un ajustage avec du gaz d'étalonnage et celle à laquelle l'instrument demande automatiquement le prochain ajustage avec du gaz d'étalonnage⁶.

2.8 Temps de chauffe

Temps entre la mise sous tension de l'instrument et le moment où l'instrument autorise un mesurage.

2.9 Défaut significatif

Une erreur de mesure⁷ supérieure à l'erreur maximale tolérée est considérée comme défaut significatif.

Les défauts suivants sont considérés comme n'étant pas significatifs :

- a. défauts transitoires constitués de variations momentanées de l'indication qui ne peuvent être interprétées, mises en mémoire ou transmises comme des résultats de mesures;
- b. défauts provoquant des variations des résultats de mesure si importantes qu'elles ne peuvent manquer d'être remarquées par tous les utilisateurs de l'instrument.

2.10 Système de contrôle

Le contrôle automatique d'une fonction est désigné comme système de contrôle. Un système de contrôle de type P est continuellement actif durant le mesurage. Un système de contrôle de type I est actif après des intervalles de temps déterminés ou après un nombre fixe de cycles de mesurage.

3 Exigences techniques des instruments

Les exigences techniques des instruments sont fixées à l'annexe 1.

⁵ La certification des teneurs des mélanges de gaz est effectuée par un laboratoire d'étalonnage accrédité ou par un laboratoire de contrôle reconnu équivalent.

⁶ L'intervalle d'ajustage peut être programmé dans l'instrument et peut être une fonction du temps ou le résultat provenant du temps et de la teneur moyenne d'un composant gazeux déterminé.

⁷ VIM ch. 3.10.

4 Essai de conformité

- 4.1 La demande pour un essai de conformité doit être adressée à l'Office fédéral de métrologie (METAS), Lindenweg 50, 3003 Berne-Wabern.
- 4.2 L'essai de conformité de l'instrument se fait conformément à l'annexe 2.
- 4.3 Un certificat de conformité atteste la réussite de l'essai.
- 4.4 L'ordonnance du 6 novembre 2002 sur les émoluments de l'Office fédéral de métrologie⁸ sert de base pour la facturation.

5 Contrôle des instruments qui sont en service

- 5.1 Afin de garantir la constance des instruments, leur fonctionnement doit être périodiquement contrôlé.
- 5.2 Lors de l'installation, les instruments doivent être soumis à un contrôle initial selon l'annexe 3.
- 5.3 Les instruments doivent être soumis annuellement à un contrôle ultérieur selon l'annexe 3.
- 5.4 Les contrôles initiaux et ultérieurs doivent être effectués par un laboratoire autorisé par METAS.
- 5.5 Les instruments qui ont passé tous les contrôles doivent être munis d'une marque indiquant la date du contrôle et le laboratoire de contrôle. Les instruments qui n'ont pas réussi tous les contrôles doivent clairement être identifiables.

Office fédéral de métrologie et d'accréditation
(depuis le 1^{er} avril 2006 Office fédéral de métrologie METAS)

Wolfgang Schwitz, Directeur

⁸ RS 941.298.2

Annexe 1**Qualités métrologiques des appareils, procédure de mesurage et autotests****1 Généralités**

Les instruments de mesure (instruments) déterminent les titres volumiques ⁹⁾ des composants gazeux des moteurs à allumage par compression (moteurs) ayant des émissions restreintes de particules (par ex. grâce à un filtre à particules) et les paramètres du moteur nécessaires pendant le mesurage des gaz d'échappement.

Les titres volumiques des composants gazeux suivants sont mesurés : oxygène (O₂), oxyde de carbone (CO), monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO₂) et hydrocarbures (HC, mesurés en teneur d'équivalent n-hexane ¹⁰⁾).

Les paramètres suivants du moteur sont mesurés : régime du moteur n , température des gaz d'échappement T_{gaz} et la température de l'huile du moteur T_{huile} .

2 Éléments de construction importants de l'instrument

L'instrument se compose des éléments importants suivants (figure 1) :

- une sonde de prélèvement, qui peut-être introduite à l'intérieur du tuyau d'échappement du véhicule, pour prélever le gaz d'échappement et déterminer la température de celui-ci à l'orifice d'entrée dans la sonde,
- un tuyau doit être fixé à la sonde de prélèvement par lequel l'échantillon de gaz est amené jusqu'à l'instrument,
- une pompe qui amène le gaz d'échappement à l'instrument,
- un séparateur d'eau avant les détecteurs pour empêcher la condensation d'eau sur les surfaces de l'instrument,
- un filtre à particules qui permet d'éliminer les particules pouvant salir des parties sensibles de l'instrument,
- une entrée pour gaz en aval du séparateur d'eau et du filtre à particules pour permettre l'introduction du gaz zéro et du gaz d'étalonnage,
- un système de détection pour analyse de l'échantillon de gaz,
- un système pour la saisie du régime du moteur ¹¹⁾,
- un système pour la saisie de la température de l'huile du moteur,
- un système de traitement des données pour le signal et une unité d'affichage pour les résultats de mesure,
- une installation de commande pour la transmission des opérations de l'instrument, informations de l'instrument et indications relatives à la procédure de

⁹⁾ Pour les gaz d'étalonnage les teneurs sont indiquées en fractions de quantité de matière (mol/mol) alors que les instruments indiquent les valeurs en titres volumiques. Les valeurs pour les titres volumiques et les fractions de quantité de matière sont considérées comme identiques dans la directive.

¹⁰⁾ Le principe de détection pour les hydrocarbures (HC) se base sur l'absorption infrarouge dans les gaz. D'autres types d'instruments ne sont pas exclus bien que basés sur d'autres principes de détection s'ils satisfont aux exigences techniques et aux essais associés.

¹¹⁾ Le mesurage du régime se fait par exemple à l'aide d'un capteur piezo, d'un capteur PMH (point mort haut) ou d'un capteur optique au volant.

- mesurage, ajustage, etc. et une imprimante.

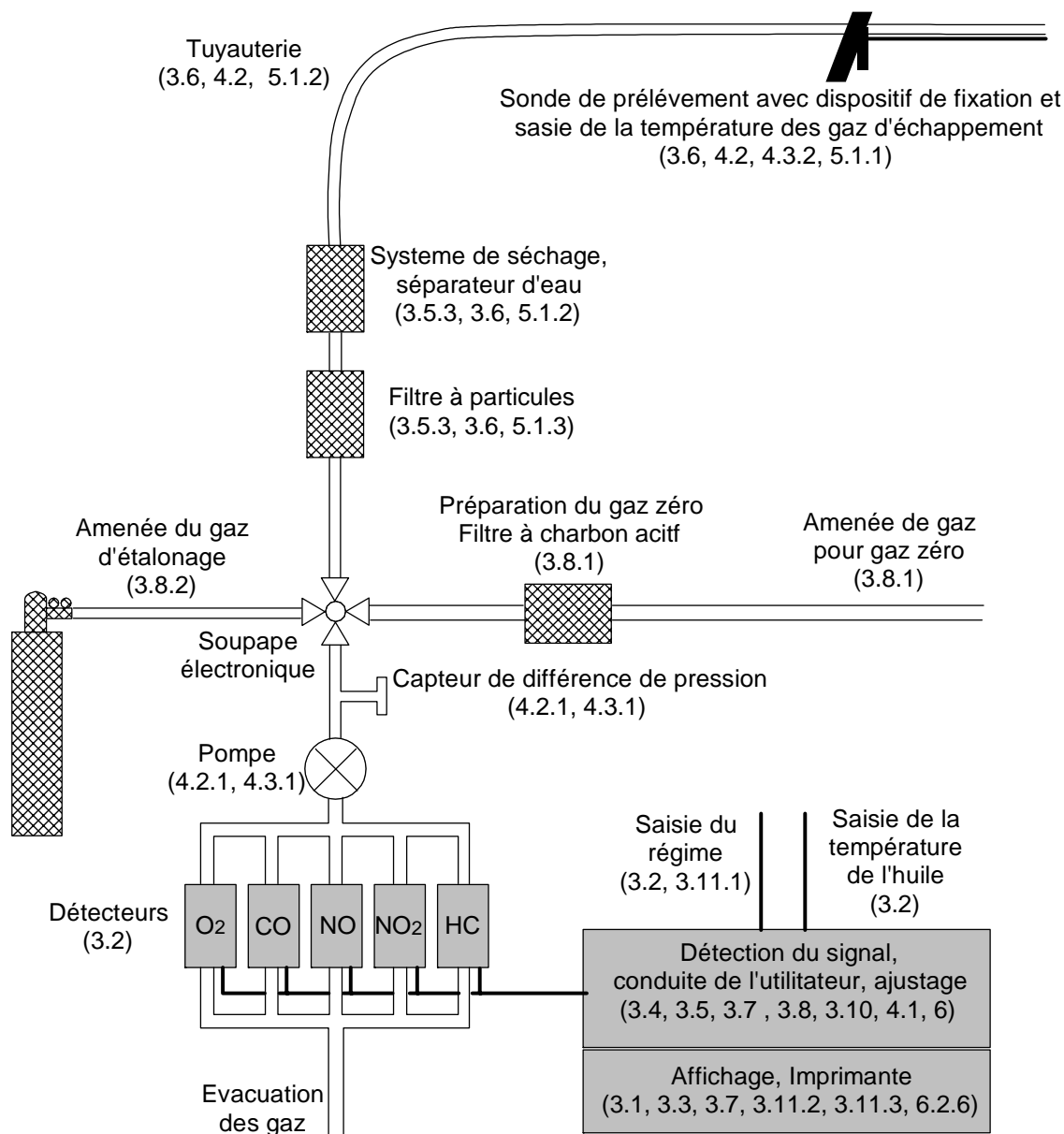


Figure 1: Présentation schématique d'un instrument mesureur des gaz d'échappement comme exemple (les numéros entre parenthèse se réfèrent aux chiffres dans le texte).

3 Exigences métrologiques

3.1 Étendue de mesure et résolution

Les étendues de mesure et leur résolution correspondante doivent au minimum avoir les valeurs suivantes :

Composants gazeux	Etendue d'affichage	Résolution
O ₂	0 à 210 mL/L	1 mL/L

CO	0 à 2000 $\mu\text{L/L}$ ¹²⁾	2 $\mu\text{L/L}$
NO	0 à 2000 $\mu\text{L/L}$	2 $\mu\text{L/L}$
NO ₂	0 à 500 $\mu\text{L/L}$	2 $\mu\text{L/L}$
HC	0 à 2500 $\mu\text{L/L}$	2 $\mu\text{L/L}$
Paramètres du moteur	Étendue d'affichage	Résolution
Nombre de tours	0 à 6000 min^{-1}	10 min^{-1}
Température des gaz d'échappement	0 à 700 °C	2 °C
Température de l'huile du moteur	0 à 120 °C	1 °C

3.2 Erreurs maximales tolérées

Les erreurs maximales tolérées ¹³⁾, soit la plus grande valeur de a et b \times valeur mesurée, s'appliquent aussi bien dans les conditions de référence (ch. 3.5.1) que dans les conditions assignées de fonctionnement (ch. 3.5.2) :

Composants gazeux	a (absolu)	b (relatif)
O ₂	3 mL/L	3 %
CO	20 $\mu\text{L/L}$	10 %
NO	20 $\mu\text{L/L}$	10 %
NO ₂	20 $\mu\text{L/L}$	10 %
HC	30 $\mu\text{L/L}$	5 %
Paramètres du moteur	a (absolu)	b (relatif)
Nombre de tours	30 min^{-1}	2 %
Température des gaz d'échappement	15 °C	10 %
Température de l'huile du moteur	2 °C	3 %

3.3 Impression des résultats de mesure

Les résultats de mesure s'obtiennent par affichage et par impression. L'affichage et l'impression des résultats de mesure doivent se faire en unités SI ¹⁴⁾, sans ambiguïté (désignation) et bien lisible (taille des chiffres, contraste). L'impression de la pièce doit être durable.

3.4 Facteur d'équivalence propane/hexane

L'instrument doit mesurer HC en équivalent n-hexane et peut être réglé en utilisant du propane. En conséquence un facteur de conversion, avec 3 chiffres significatifs, dénommé "facteur C₃/C₆" doit être marqué de façon permanente ou doit pouvoir être facilement affiché sur chaque instrument. ¹⁵⁾

3.5 Grandeurs d'influence ¹⁶⁾

3.5.1 Conditions de référence ¹⁷⁾:

- | | |
|---------------------------|--|
| a. température | (20 \pm 5) °C |
| b. humidité relative | (60 \pm 10) % rF |
| c. pression atmosphérique | conditions ambiantes stables |
| d. présence de composants | aucun sinon les mesurandes dans N ₂ |

¹²⁾ Pour le titre volumique, à la place de l'unité $\mu\text{L/L}$ ont utilisé souvent "ppm vol".

¹³⁾ VIM ch. 5.21.

¹⁴⁾ Ordonnance sur les unités du 23 novembre 1994 (RS **941.202**).

¹⁵⁾ Pour ce facteur la valeur est en général comprise entre 0,490 et 0,540.

¹⁶⁾ VIM ch. 2.7.

¹⁷⁾ VIM ch. 5.7

gazeux d'influence

3.5.2 Conditions assignées de fonctionnement ¹⁸⁾

- a) température (5 à 40) °C
- b) humidité relative jusqu'à 90 % rF
- c) pression atmosphérique (760 à 1030) hPa

3.5.3 Influence de gaz autres que le mesurande

Le mesurage n'est pas influencé de plus de la moitié de la valeur absolue de l'erreur maximale tolérée par des composants gazeux autres que le mesurande.

3.5.4 Chocs mécaniques et vibrations

Après des chocs mécaniques (chute de 5 cm) et des vibrations ¹⁹⁾ (étendue de fréquence 10 - 150 Hz, accélération maximale 20 m·s⁻²) il ne doit pas y avoir de défauts significatifs, ou ceux-ci doivent être affichés comme tels par l'instrument.

3.5.5 Perturbations électromagnétiques

Lors de perturbations électromagnétiques (SN EN 50082-2 ²⁰⁾) il ne doit pas y avoir de défauts significatifs, ou ceux-ci doivent être affichés comme tels par l'instrument.

3.6 Temps de réponse ²¹⁾

Lors du mesurage des composants gazeux, 30 secondes après l'entrée du gaz dans la sonde de prélèvement, l'instrument doit afficher entre 90 % et 95 % de la valeur finale en régime établi.

Lors du mesurage des températures l'appareil doit afficher 98 % de la valeur finale en régime établi dans les 100 secondes.

3.7 Vitesse d'échantillonnage

L'instrument doit pouvoir saisir des valeurs de mesure toutes les 2 s et les afficher.

3.8 Ajustage

Pour l'ajustage l'instrument doit posséder au minimum les fonctions suivantes :

3.8.1 Ajustage du détecteur de gaz avec du gaz zéro

L'ajustage avec du gaz zéro doit être fait avant chaque mesurage.

3.8.2 Ajustage du détecteur de gaz avec du gaz d'étalonnage

L'instrument doit demander un ajustage avec des gaz d'étalonnage à intervalles appropriés (intervalle d'ajustage) et au minimum une fois par année automatiquement ²²⁾.

L'instrument doit refuser le mesurage si l'intervalle d'ajustage est dépassé.

3.9 Constance ²³⁾

Le respect des erreurs maximales tolérées doit être garanti durant tout l'intervalle d'ajustage.

18) VIM ch. 5.5

19) Publication CEI 60068-2-31 (1969) : "Essai Ec : Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels (procédure: Dropping on to a face)". Publication CEI 60068-2-6 (1995) : "Essai Fc : Vibrations (sinusoïdales).

20) SN EN 50082-2 : 1995 ; Compatibilité électromagnétique , norme générique immunité, Partie 2 : environnement industriel.

21) VIM ch. 5.17.

22) Un dispositif de prévention annonçant un ajustage qui arrive prochainement à échéance peut être prévu.

23) VIM ch. 5.14.

3.10 Temps de chauffe

L'instrument doit avoir un temps de chauffe ne dépassant pas 15 minutes.

3.11 Dispositions à prendre en vue des contrôles

3.11.1 Saisie du régime du moteur

L'instrument doit disposer d'une entrée de signal (par ex. prise BNC) afin de pouvoir saisir le nombre de tours avec un signal de tension périodique entre 5 V et 15 V.

3.11.2 Mesurage en continu

En plus du déroulement automatique du mesurage selon le ch. 6, l'instrument doit disposer d'une fonction de mesurage et d'affichage en continu.

3.11.3 Affichage de valeurs négatives

L'instrument doit pouvoir afficher des valeurs négatives à proximité du zéro.

4 Exigences de la sécurité de fonctionnement

4.1 Généralité

4.1.1 Tous les dispositifs d'ajustage doivent être construits de telle sorte qu'ils soient sûrs du point de vue de la mécanique et du logiciel.

4.1.2 Le logiciel pour la commande du déroulement et du traitement des données doit être identifiable ou contrôlable par la sortie de sa date, sa version et la somme de contrôle.

4.2 Dispositifs de contrôle type I

4.2.1 Contrôle d'étanchéité (type I)

Le système d'amenée du gaz doit être suffisamment étanche pour que le résultat de mesure ne soit pas influencé par une dilution avec l'air ambiant de plus de la moitié de l'erreur maximale tolérée. Journalièrement l'instrument doit exiger à un essai d'étanchéité suffisamment exact pour mettre en évidence une fuite. Lors de l'apparition de telle fuite l'instrument doit empêcher les mesurages.

4.2.2 Contrôle du résidu HC (type I)

Le contrôle des résidus de HC ²⁴⁾ permet de s'assurer, avant un mesurage, que la valeur indiquée est inférieure à 20 µL/L d'équivalent n-hexane pour un échantillon d'air ambiant amené à la sonde. L'instrument doit empêcher le mesurage lorsque la valeur de résidu HC est supérieure à 20 µL/L n-hexane.

4.3 Dispositifs de contrôle type P

4.3.1 Contrôle du débit minimum (type P)

Lorsque le débit de gaz diminue de sorte que le temps de réponse admis n'est pas respecté ou que la valeur mesurée est fautive de la moitié ou plus de l'erreur maximale tolérée, l'instrument doit empêcher le mesurage.

4.3.2 Surveillance de la température du gaz d'échappement (type P)

L'instrument de mesure doit avertir l'utilisateur ou refuser le mesurage si la température du gaz d'échappement est supérieure à 800 °C.²⁵⁾

²⁴⁾ Détermination de l'indication de HC d'après la sonde de prélèvement, les tuyaux et le filtre à particules.

²⁵⁾ Lors de la régénération des filtres de suie dans le système du pot d'échappement du moteur diesel des températures élevées peuvent brièvement apparaître.

5 Exigences de construction

5.1 Exigences du système d'amenée du gaz

- 5.1.1 La sonde de prélèvement doit être introduite d'au moins 30 cm à l'intérieur du tuyau d'échappement du véhicule et tenue en place par un dispositif de fixation.
- 5.1.2 Le système d'amenée du gaz doit être posé de sorte à ce que de l'eau ne puisse pas se condenser en d'autres points que dans le réparateur d'eau. Ceci est garanti lorsque la température du gaz d'échappement en condition assignée de fonctionnement n'est jamais inférieure à 50 °C dans tout le système.
- 5.1.3 Le système d'amenée du gaz doit contenir un filtre pouvant retenir les particules d'un diamètre supérieur à 5 µm. Le filtre doit pouvoir être remplacé facilement sans outils spéciaux.

5.2 Exigences des inscriptions

5.2.1 L'instrument doit au minimum porter les inscriptions suivantes :

- nom du constructeur
- description de l'instrument
- année de fabrication
- numéro de série de l'instrument
- numéro du certificat de conformité

5.2.2 De plus, les valeurs du facteur de conversion propane/hexane doivent être indiquées sur l'instrument ou affichables sur le dispositif indicateur.

5.3 Manuel d'utilisation et carnet d'entretien

5.3.1 Chaque instrument doit être accompagné d'un manuel d'utilisation et d'un carnet d'entretien en français, allemand ou italien.

5.3.2 Dans le carnet d'entretien il faut prévoir au minimum l'introduction des indications suivantes : identification de l'instrument, travaux effectués, date, nom du contrôleur et signature.

Le procès-verbal peut avoir la forme d'une check-list selon le modèle suivant :

Marque : Type :

N° de série : Version du logiciel :

Contrôle ultérieur : Entretien : Réparation:

	p. e. o	e. o.
Ajustage avec du gaz d'étalonnage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustage de la sonde de température du gaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustage de la sonde de température de l'huile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Remplacement du filtre à particules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage de la sonde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle du capteur O ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle du capteur NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrôle du capteur NO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Commentaire, réparations :

.....

Société : Nom :

Date: Signature :

6 Exigences du procédure de mesurage automatisé

Pour déterminer les émissions de gaz d'échappement le moteur est amené à différents états de fonctionnement. Les composants gazeux et les paramètres du moteur sont mesurés pour les différents états de fonctionnement. Le procédé de mesurage est largement automatisé grâce aux entrées interactives de l'utilisateur. Les résultats de mesurage pour les différents états de fonctionnement sont imprimés sur une pièce justificative.

6.1 Généralités

- 6.1.1 Le procédé de mesurage doit se faire sans interruption.
- 6.1.2 Si dans un état de fonctionnement un mesurage est rejeté, alors toute la procédure de mesurage doit être rejetée.
- 6.1.3 L'utilisateur peut ignorer le mesurage d'un état de fonctionnement. Le procédé de mesurage est alors incomplet.
- 6.1.4 L'utilisateur peut interrompre à tout moment le procédure de mesurage.
- 6.1.5 La pièce justificative d'un mesurage rejeté, incomplet ou interrompu doit être munie d'une remarque correspondante bien lisible.

6.2 Procédure de mesurage

La procédure de mesurage se compose de la façon suivante :

- 6.2.1 L'instrument effectue au minimum les contrôles selon le ch. 4.2.
- 6.2.2 L'instrument sera connecté ²⁶⁾.
- 6.2.3 Etat de fonctionnement ralenti bas : le moteur est maintenu sans charge au régime ralenti minimum. Dès que la température de l'huile est supérieure à 50 °C et que la température du gaz d'échappement ne varie pas de plus de 10 °C par minute, le mesurage débute. Il se poursuit jusqu'à ce que les variations relativement à la valeur moyenne de chaque composant gazeux et du régime ne dépassent pas les erreurs maximales tolérées pendant 60 s. Le résultat du mesurage est constitué par les valeurs moyennes des composants gazeux et des paramètres du moteur.
- 6.2.4 Etat de fonctionnement ralenti élevé : le moteur est maintenu sans charge au régime ralenti maximum (régime maximum). Le mesurage se poursuit jusqu'à ce que les variations relativement à la valeur moyenne de chaque composant gazeux et du régime ne dépassent pas les erreurs maximales tolérées pendant 30 s. Le résultat du mesurage est constitué par les dernières valeurs mesurées des composants gazeux et des paramètres du moteur. Si le mesurage n'est pas effectué après 3 minutes, le mesurage est arrêté et considéré comme rejeté.
- 6.2.5 Etat de fonctionnement charge maximale : le moteur est maintenu au régime spécifique au moteur. Le mesurage se poursuit jusqu'à ce que les variations relativement à la valeur moyenne de chaque composant gazeux et du régime ne dépassent pas les erreurs maximales tolérées pendant 30 s. Le résultat du mesurage est constitué des dernières valeurs mesurées des composants gazeux et des paramètres du moteur. Si le mesurage n'est pas effectué après 4 minutes, le mesurage est arrêté et considéré comme rejeté.

²⁶⁾ Tous les raccords restent en place jusqu'à la fin du mesurage.

6.2.6 À la fin de la procédure de mesurage une pièce justificative est automatiquement établie en double exemplaire. Elle doit contenir au minimum les indications suivantes :

- date et heure du mesurage
- nom et adresse de la station de mesurage
- nom du contrôleur
- identification de l'instrument (par ex. numéro de série)
- champ des données pour l'identification du moteur (par ex. numéro du moteur ou du châssis)
- champ des données pour les heures d'exploitation ou le nombre de kilomètres
- pour chaque état de fonctionnement les résultats du mesurage : O₂, CO, NO, NO₂, HC, nombre de tours, température du gaz d'échappement, température de l'huile du moteur.

Directive sur les instruments de mesure des gaz d'échappement des véhicules de chantier

Annexe 2

Procédure pour l'approbation de modèle

1 Demande d'approbation de modèle

- 1.1 La demande d'approbation de modèle contient les indications suivantes : nom et adresse du constructeur, désignation du type de l'instrument.
- 1.2 Une documentation complète doit être jointe à la demande. Elle comprend :
- une description du principe de mesurage,
 - un répertoire des composantes importantes,
 - une description des composantes avec le schéma de principe, le schéma de construction et les plans de connexion,
 - les données du logiciel avec les diagrammes de flux, les algorithmes de calcul et la description de toutes les fonctions,
 - le manuel d'utilisation en allemand, français ou italien, tel qu'il sera remis à l'utilisateur, et
 - les procès-verbaux des organismes de contrôle reconnus dont il faut tenir compte lors de l'appréciation du modèle.
- 1.3 Pour une approbation de modèle il faut remettre à METAS un instrument complet et en état de fonctionnement. Après l'approbation de modèle, celui-ci sera conservé à METAS en tant qu'instrument de référence.
- 1.4 L'approbation de modèle débute dès que les documents exigés sont disponibles.

2 Approbation de modèle des instruments

- 2.1 L'approbation de modèle est constituée des points mentionnés ci-dessous. La procédure des examens individuels est détaillé sous le ch. 3.

Essais	Chiffre	Organisme
Courbes d'étalonnage, gaz, températures, nombre de tours	3.1	METAS
Facteur de conversion propane/hexane	3.2	Laboratoire
Froid et temps de chauffe	3.3	Laboratoire
Chaleur humide	3.4	Laboratoire
Pression atmosphérique	3.5	Laboratoire
Effets croisés	3.6	METAS
Chocs mécaniques	3.7	Laboratoire
Vibrations mécaniques	3.8	Laboratoire
Variations de l'alimentation électrique	3.9	Laboratoire
Perturbations électromagnétiques	3.10	Laboratoire
Temps de réponse et vitesse d'échantillonnage des détecteurs de gaz	3.11	METAS
Temps de réponse et vitesse d'échantillonnage des détecteurs de température	3.12	Laboratoire
Constance	3.13	METAS

Résidus HC	3.14	Laboratoire
Contrôle des fuites	3.15	Laboratoire
Petits débits	3.16	Laboratoire
Test pratique et guidage de l'utilisateur	3.17	METAS

- 2.2 Les essais désignés par "METAS" sont généralement effectués par METAS. METAS peut reprendre les résultats d'organismes reconnus si les essais ont été effectués conformément à la directive et si les procès-verbaux d'essais complets sont joints à la demande.
- 2.3 Les essais désignés par "Laboratoire" peuvent être effectués par le constructeur de l'instrument lui-même ou par une tierce personne (auto déclaration). METAS reconnaît les résultats si les essais ont été effectués conformément à la directive et si les procès-verbaux d'essais complets sont joints à la demande.
- 2.4 METAS se réserve le droit de répéter par échantillonnage certains essais effectués par d'autres organismes.

3 Description des essais individuels

Dans la mesure où rien d'autre n'est fixé, pour l'essai du détecteur de gaz, deux gaz d'étalonnage avec une composition typique ²⁷⁾ sont utilisés :

Mélange gazeux	Mesurande	Etendue de mesure spécifiée
Mélange 1	CO	(500 à 1000) µL/L
	NO	(500 à 1000) µL/L
	HC (comme n-hexane) ²⁸⁾	(500 à 1500) µL/L
	N ₂	reste
Mélange 2	NO ₂	(80 à 120) µL/L
	O ₂	(70 à 130) mL/L
	N ₂	reste

Les essais des capteurs pour les paramètres du moteur sont effectués à des valeurs se situant dans les étendues de mesure suivantes :

Paramètres du moteur	Etendue de mesure spécifiée
Nombre de tours	(500 à 3000) min ⁻¹
Température du gaz d'échappement	(20 à 500) °C
Température de l'huile du moteur	(20 à 100) °C

3.1 Courbe d'étalonnage

Les erreurs de l'instrument doivent être déterminées, sous les conditions de référence, séparément pour chaque mesurande et à au moins trois points à l'intérieur de son étendue de mesure spécifiée.

3.1.1 Courbe d'étalonnage pour les gaz

Mesurande	Valeurs des mesurandes		
O ₂	50 mL/L	90 mL/L	130 mL/L

²⁷⁾ Pour les gaz d'étalonnage les concentrations sont indiquées en fractions de quantité de matière (mol/mol). Dans tous les essais les gaz d'étalonnage sont considérés comme des gaz idéaux et le titre volumique est égal à la fraction de quantité de matière.

²⁸⁾ Sauf pour la détermination du facteur d'équivalence propane/hexane, pour chaque essai il est possible d'utiliser du propane comme composant HC du gaz d'étalonnage.

CO	250 µL/L	800 µL/L	1800 µL/L
NO	250 µL/L	800 µL/L	1800 µL/L
NO ₂	50 µL/L	150 µL/L	400 µL/L
HC (comme n-hexane)	300 µL/L	1000 µL/L	2000 µL/L

3.1.2 Courbe d'étalonnage pour les températures

Mesurande	Valeurs des mesurandes		
Temp. du gaz d'échappement	200 °C	400 °C	600 °C
Temp. de l'huile du moteur	60 °C	80 °C	100 °C

3.1.3 Courbe d'étalonnage pour le nombre de tours

Mesurande	Valeurs des mesurandes		
Nombre de tours	750 min ⁻¹	1500 min ⁻¹	3000 min ⁻¹

3.2 Facteur d'équivalence propane/hexane

Un essai doit vérifier la valeur moyenne du facteur d'équivalence propane/hexane (FEP). Cet essai doit être conduit comme suit:

- ajuster l'instrument selon le manuel d'utilisation du constructeur en utilisant le FEP donné sur l'étiquette de l'instrument et en utilisant des gaz pour l'étalonnage ayant des titres volumiques en propane comme recommandé par le constructeur, et
- effectuer un mesurage pour chacun des titres volumiques en hexane suivants : 100 µL/L hexane et 1000 µL/L hexane.

3.3 Froid et temps de chauffe ²⁹⁾

Cet essai consiste en une exposition de l'instrument à 5 °C dans des conditions "d'air libre". Durant le chauffage et le refroidissement de l'instrument, la variation de température ne doit pas dépasser 1 °C/min. L'essai commence après que l'instrument ait atteint la stabilité de température.

L'instrument est enclenché et le déroulement du blocage de chauffe automatique est contrôlé. A la fin du blocage ainsi que 5, 10 et 30 minutes après cette fin, des mesures sont faites avec du gaz d'étalonnage.

3.4 Chaleur humide ³⁰⁾

Cet essai consiste en une exposition de l'instrument à une température constante de 40 °C et une humidité relative constante de 90 % pendant 48 heures. L'exposition doit être telle que l'eau ne se condense pas sur l'instrument. Durant l'essai des mesures sont faites toutes les 12 heures environ.

3.5 Pression atmosphérique

Pour cet essai l'instrument est réglé à la pression atmosphérique ambiante. Pour les mesurages la pression dans le système d'amenée du gaz est réglée

²⁹⁾ Publication CEI 60068-2-1 (1990) : "Essais A : Froid" Amendement 1 (1993), Amendement 2 (1994). Les bases pour les essais sous le froid sont contenus dans la publication CEI 60068-3-1, dans le premier amendement.

³⁰⁾ Publication CEI 60068-2-3 (1985) : "Essai Ca : Essai continu de chaleur humide". Les bases pour les essais sous chaleur humide sont contenus dans la publication CEI 60068-2-28 (1990) : "Guide pour les essais de chaleur humide".

sur des valeurs de 1000 hPa, 900 hPa, resp. 800 hPa en l'espace de 2 heures. Pour chaque valeur de la pression, les mesurages sont effectués avec du gaz d'étalonnage.

3.6 Effets croisés

Pour l'essai des effets croisés l'instrument est réglé de façon à pouvoir mesurer et afficher des valeurs négatives (cf. annexe 1, ch. 3.11.3). Les valeurs mesurées des détecteurs de gaz pour N₂ pur et pour chaque mesurande dans du N₂ sont comparées aux valeurs mesurées lors de l'introduction de chacun des gaz suivants : 160 mL/L CO₂; 1000 µL/L CO; 210 mL/L O₂; 1000 µL/L H₂; 1000 µL/L NO; 200 µL/L NO₂; 3000 µL/L HC (comme n-hexane) ; vapeur d'eau jusqu'à saturation.

3.7 Chocs mécaniques ³¹⁾

L'instrument doit être placé dans son orientation normale d'utilisation sur une surface rigide. Il doit être soulevé autour d'une de ses arêtes inférieures puis on le laisse tomber librement sur la surface d'essai. Tous les couvercles de l'instrument doivent être en place et correctement ajustés. La hauteur de chute est de 50 mm. Sur chaque arête intérieur le nombre de chutes est fixé à 2. Des mesurages sont effectués avant et après l'essai.

3.8 Vibrations mécaniques ³²⁾

L'instrument doit être placé dans son orientation normale d'utilisation sur une surface rigide. L'essai est effectué lors de vibrations suivant les trois axes principaux. Pour un cycle de mesurage, la gamme de fréquence de 10 à 150 Hz est parcourue avec 1 octave/minute et une accélération maximale de 20 m/s². Le cycle de mesurage est répété 20 fois. L'instrument reste enclenché durant le mesurage. Des mesurages sont effectués avant et après l'essai.

3.9 Variations de l'alimentation électrique

Cet essai consiste en une exposition de l'instrument à des variations de +10 % et -15 % par rapport à la valeur nominale de la tension et de ±2 % par rapport à la valeur nominale de la fréquence. Pendant ce temps des mesurages sont effectués.

3.10 Perturbations électromagnétiques

Les essais de la compatibilité électromagnétique sont effectués selon les procédures décrites dans la norme SN EN 50082-2 ³³⁾ dans les tableaux 1 à 6 et les tableaux A.1 à A.4. Pendant ces essais des mesurages sont effectués.

3.11 Temps de réponse et vitesse d'échantillonnage des détecteurs de gaz

Un premier mélange de gaz est introduit dans la sonde de prélèvement et l'instrument mesure en continu. On passe rapidement de l'introduction d'un gaz à

³¹⁾ Publication CEI 60068-2-31 (1969) : "Essai Ec : Chute et culbute, essai destiné en premier lieu aux matériels". Modification n° 1 (1982).

³²⁾ Publication CEI 60068-2-6 (1995) "Essai Fc : Vibrations (sinusoïdales).

³³⁾ SN EN 50082-2 : 1995 ; Compatibilité électromagnétique, norme générique immunité, Partie 2 : environnement industriel.

l'introduction d'un autre gaz et l'on mesure le temps qui s'écoule jusqu'à ce que 90 et 95 % de la valeur finale en régime établi soit affiché. Du gaz d'étalonnage et du gaz zéro sont utilisés comme mélanges de gaz. L'essai est effectué avec des teneurs croissantes et décroissantes.

3.12 Temps de réponse et vitesse d'échantillonnage des détecteurs de température

La sonde de température passe rapidement de la température ambiante à une autre température et l'on mesure le temps qui s'écoule jusqu'à ce que 98 % de la valeur finale en régime établi soit affiché. L'essai pour la température du gaz d'échappement est effectué dans un gaz et pour celui de la température de l'huile dans un liquide.

3.13 Constance

La première partie de l'essai est effectuée après un ajustage avec du gaz d'étalonnage. Pendant 2 heures après le temps de chauffe des mesurages avec du gaz d'étalonnage sont effectués dans les conditions de référence. La seconde partie de l'essai est faite à la fin de tous les autres essais mais avant que l'instrument ne réclame un ajustage. Pendant une heure après le temps de chauffe des mesurages avec du gaz d'étalonnage sont effectués dans les conditions de référence.

3.14 Résidus HC

Pendant le contrôle des résidus HC on introduit dans l'instrument de l'air contenant des HC par la sonde de prélèvement.

3.15 Contrôle des fuites

Dans l'étendue où une fuite a le plus d'influence sur le mesurage, on produit artificiellement une fuite réglable dans le système d'amenée du gaz. La fuite est réglée de sorte à pouvoir effectuer le test de fuite sans qu'une erreur ne se produise. Un gaz d'étalonnage est introduit dans la sonde de prélèvement. Des mesurages sont effectués avec et sans la présence d'une fuite artificielle.

3.16 Débit minimal

Du gaz d'étalonnage est introduit dans le système d'amenée du gaz à un débit supérieur à celui qui est exigé par l'instrument. Pendant le mesurage, le débit de gaz est diminué jusqu'au déclenchement de l'indicateur de débit trop faible.

3.17 Essai pratique et guidage de l'utilisateur

Des mesurages sont effectués sur un moteur diesel pendant au moins 4 heures. Pour cet essai les critères d'évaluation sont les suivants :

- a) le déroulement correct de la procédure de mesurage,
- b) l'absence de condensation dans le système de mesurage,
- c) un filtrage suffisant des particules de fumée.

Vérifications initiale et ultérieure

1 Vérification initiale

Lors d'une vérification initiale les essais suivants doivent être effectués :

- 1.1 Détermination de la conformité avec le modèle contrôlé. Seuls des instruments qui satisfont cette directive peuvent être contrôlés.
- 1.2 Tous les essais d'une vérification ultérieure.

2 Vérification ultérieure

Les instruments doivent satisfaire aux mêmes exigences que lors de l'approbation de modèle.

- 2.1 Les erreurs de mesure des détecteurs de gaz sont déterminées dans les étendues de mesure spécifiées suivantes avec deux gaz d'étalonnage avant les incertitudes de mesure suivantes :

Gaz d'étalonnage	Étendue de mesure spécifiée	Incertitude ³⁴⁾
1 CO	(500 à 1500) µL/L	2 %
NO	(500 à 1500) µL/L	2 %
C ₃ H ₈ (propane)	(500 à 2000) µL/L	2 %
2 NO ₂	(50 à 200) µL/L	2 %
O ₂	(50 à 150) mL/L	1 %

- 2.2 Contrôle de l'indicateur de petit-débit.
- 2.3 Contrôle du temps de réponse des détecteurs NO, NO₂, CO et O₂.
- 2.4 Pour le mesurage du régime, l'erreur de mesure est déterminée en trois points dans l'étendue de mesure spécifiée de 500 min⁻¹ à 6000 min⁻¹ avec un simulateur de régime traçable ayant une incertitude de mesure inférieure à 0,5 %.
- 2.5 Pour le mesurage de la température, l'erreur de mesure est déterminée en un point dans l'étendue de mesure spécifiée de 20 °C à 100 °C avec un étalon traçable ayant une incertitude de mesure inférieure à 2 °C.

³⁴⁾ Les valeurs doivent se situer dans le domaine indiqué avec une probabilité d'au moins 95 %.