Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral de l'environnement OFEV

Aide à l'exécution UV-2556

Service antipollution des machines et appareils

Exigences d'entretien pour les moteurs à combustion interne des machines et appareils non homologués pour la circulation routière à partir de la phase V

État: 08/2025, valable à compter du 01.01.2026
Versions précédentes: aucune

Bases légales: OPair article 20*b*, article 20*c* et annexe 4, chiffre 4

Annexe 1: Exemple de fiche d'entretien du système antipollution
Annexe 2: Détermination du nombre de particules pour la valeur de référence
Annexe 3: Mesure du nombre de particules sur les machines et équipements neufs

Thématiques spécialisées concernées

Accidents majeurs	Air	Biodiversité	Biotechnologie	Bruit	Climat	Dangers naturels	Déchets	Droit	Eaux	EIE	Electrosmog et lumière	Forêts et bois	Paysage	Produits chimiques	Sites contaminés	Sols
	•															

Impressum

Valeur juridique
La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi admissibles dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur.

Éditeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Téléchargement au format PDF
https://www.bafu.admin.ch/aides-execution-air
Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand et en italien.
La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2025

Table des matières

Table des matières **3**
Abstracts **4**
1 Introduction **5**
2 Champ d'application **6**
3 Bases légales **7**
4 Service antipollution **8**
4.1 Exigences générales 8
4.2 Exigences applicables au service antipollution des moteurs à allumage par compression d'une puissance de ≥ 19 à ≤ 560 kW 9
4.3 Exigences applicables au service antipollution des moteurs à allumage commandé d'une puissance ≥ 19 kW 9
4.4 Exigences dérogatoires applicables au service antipollution des moteurs à allumage commandé d'une puissance < 19 kW 10
4.5 Service antipollution des moteurs multicarburants (véhicules bivalents) 10
4.6 Résumé des exigences 10
5 Procédure de mesure pour déterminer le nombre de particules **12**
5.1 Conditions de test 12
5.1.1 Moteur 12
5.1.2 Point de mesure et sonde de prélèvement des gaz 12
5.2 Procédure de mesure 12
5.3 Valeur de référence 13
6 Fiche d'entretien du système antipollution **14**
7 Vignette antipollution **15**
Annexe 1 Exemple de fiche d'entretien du système antipollution **16**
Annexe 2 Détermination du nombre de particules pour la valeur de référence **19**
Annexe 3 Mesure du nombre de particules sur les machines et équipements neufs **20**

Abstracts

The enforcement aid on exhaust gas maintenance for machines and appliances from emission stage V specifies the provision in Annex 4 Number 42 of the Ordinance on Air Pollution Control of 16 December 1985 (OAPC, SR 814.318.142.1). It shows the enforcement authorities how owners or operators of non-road mobile machinery and equipment with combustion engines from emission stage V and without a licence plate should maintain their engines. The enforcement authorities can thus organise their inspections accordingly. Measuring the number of particles makes it possible to detect and rectify defects in particulate filters.

Keywords:
Air pollution control, non-road mobile machinery and equipment without licence plates, from emission stage V, exhaust gas maintenance, exhaust gas maintenance document, measurement of the number of particles.

Die Vollzugshilfe über die Abgaswartung von Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V konkretisiert die Vorschrift in Anhang 4 Ziffer 42 der Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV, SR 814.318.142.1). Sie zeigt den Vollzugsbehörden auf, wie Halter oder Betreiber von nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotor ab der Abgasstufe V und ohne Kontrollschild ihre Motoren warten sollen. Die Vollzugsbehörden können so ihre Kontrollen entsprechend ausrichten. Die Messung der Partikelanzahl ermöglicht es, Defekte bei den Partikelfiltern zu entdecken und zu beheben.

Stichwörter:
Luftreinhaltung, nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte ohne Kontrollschilder, ab der Abgasstufe V, Abgaswartung, Abgas-Wartungsdokument, Messung der Partikelanzahl.

L’aide à l’exécution sur le service antipollution des machines et appareils soumis à partir de la phase V de la norme sur les gaz d’échappement concrétise la prescription de l’annexe 4, chiffre 42, de l’ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l’air (OPair, RS 814.318.142.1). Elle indique aux autorités d’exécution comment les détenteurs ou exploitants de machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion interne à partir de la phase V et n’étant pas munis d’une plaque d’immatriculation doivent entretenir leur moteur. Les autorités en charge de l’exécution peuvent ainsi organiser leurs contrôles en fonction des indications données. La mesure du nombre de particules permet de détecter et de corriger des défauts dans les filtres à particules.

Mots-clés :
Protection de l’air, machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion et n’ayant pas de plaque d’immatriculation, à partir de la phase V de la norme sur les gaz d’échappement, service antipollution, fiche d’entretien du système antipollution, mesure du nombre de particules.

L’aiuto all’esecuzione concernente la manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi a partire dalla classe di emissione V concretizza la disposizione di cui all’allegato 4 numero 42 dell’ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l’inquinamento atmosferico (OIAt, RS 814.318.142.1). Indica alle autorità esecutive in che modo i detentori o i gestori macchine e apparecchi mobili non stradali con motori a combustione interna a partire dalla classe di emissione V e senza targa devono eseguire la manutenzione dei loro motori. Le autorità possono così orientare i propri controlli di conseguenza. La misurazione del numero di particelle consente di individuare ed eliminare i difetti dei filtri antiparticolato.

Parole chiave:
protezione dell’aria, macchine e apparecchi mobili non stradali senza targa, a partire dalla classe di emissione V, manutenzione del sistema antinquinamento, documento di manutenzione del sistema antinquinamento, misurazione del numero di particelle.

1 Introduction

La présente aide est destinée aux autorités d'exécution ainsi qu'aux détenteurs ou exploitants de machines ou d'appareils mobiles non routiers équipés d'un moteur à combustion à partir de la phase V et qui n'ont pas de plaque d'immatriculation. Elle vise une exécution uniforme de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) en ce qui concerne le service antipollution, tel que défini dans l'annexe 4, chiffre 42, de l'OPair. On s'assure ainsi que ces machines et appareils soient contrôlés périodiquement et que les émissions de polluants atmosphériques restent au plus bas tout au long de leur durée de vie. Le contrôle des filtres à particules avec des moyens de mesure adéquats permet de détecter et de corriger d'éventuels défauts.

L'aide à l'exécution donne des indications relatives aux bases légales et des explications concernant l'obligation d'entretien spécifique pour les machines et appareils équipés d'un moteur à combustion et à partir de la phase V. Elle s'appuie sur les exigences du service d'entretien du système antipollution pour les véhicules avec homologation routière[1].

[1] Ordonnance du 13 novembre 1962 sur les règles de la circulation routière (OCR ; RS 741.11) ;
ordonnance du 19 juin 1995 concernant les exigences techniques requises pour les véhicules routiers (OETV ; RS 741.41) ;
ordonnance du DETEC du 21 août 2002 relative à l'entretien et au contrôle subséquent des voitures automobiles en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement et de fumées (RS 741.437).

2 Champ d’application

La présente aide à l’exécution réglemente l’obligation d’entretien visée à l’annexe 4, ch. 42, OPair, du système antipollution des machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion qui sont soumis à la phase V et qui n’ont pas de plaque d’immatriculation (ci-après machines et appareils).

D’après la directive 97/68/CE[2], le service d’entretien du système antipollution des machines et appareils sur les chantiers (aussi appelés « machines de chantier »), à savoir des machines de chantier soumises à l’une des phases I à IV, s’effectue comme auparavant conformément à l’aide à l’exécution « Protection de l’air sur les chantiers » (directive Air Chantiers[3]).

La présente aide à l’exécution ne s'applique pas :

- sur le service antipollution des machines et appareils, véhicules[1] et bateaux[4] ayant une plaque d’immatriculation ainsi que des locomotives et aéronefs.
- aux moteurs à combustion stationnaires au sens de l'annexe 2, ch. 82, OPair. Selon le règlement (UE) 2016/1628, les engins fixes sont installés de façon permanente, conformément à leur destination, à un endroit lors de leur première utilisation et ne sont déplacés ni par la route ni autrement, sauf pendant leur transport du lieu de construction au lieu de première installation.
  Ils sont considérés comme installés de façon permanente lorsqu'ils sont fixés par des boulons ou par tout autre moyen efficace à une fondation ou à un autre dispositif destiné à faire fonctionner la machine ou l'appareil en un seul endroit d'un bâtiment, d'une construction, d'un établissement ou d'une installation et qu'ils ne peuvent être déplacés sans l'aide d'outils ou d'équipements.

[2] Directive 97/68/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 1997 sur le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. JO L 59 du 27 février 1998, p. 1.

[3] FOEN 2016 : Directive concernant les mesures d’exploitation et les mesures techniques visant à limiter les émissions de polluants atmosphériques des chantiers (directive Air Chantiers). Édition complétée, février 2016; 1re édition 2009. Office fédéral de l’environnement, Berne. L’environnement pratique, n° 0901 : 32 p.

[4] Dispositions d’exécution du DETEC de l’ordonnance sur les exigences applicables aux moteurs de bateaux dans les eaux suisses (DE-OMBat ; RS 747.201.31)

3 Bases légales

Le règlement (UE) 2016/1628, en vigueur depuis le 1er janvier 2017, couvre les émissions des moteurs à combustion interne de machines et appareils mobiles non routiers. Il remplace l'ancienne directive 97/68/CE. Les exigences de ce règlement de l'Union européenne (UE) ont été reprises en Suisse dans l'OPair et sont désormais applicables à toutes les machines et à tous les appareils non routiers neufs sans plaque d'immatriculation au 1er juin 2018. Conformément au règlement de l'UE, la nouvelle norme sur les gaz d'échappement est appelée « phase V ».

Une nouveauté importante de la phase V est l'introduction d'un nombre de particules maximal pour les moteurs diesel. En Suisse, l'OPair prescrit depuis 2009 déjà un nombre de particules maximal de $1x10^{12}$ particules/kWh pour les machines de chantier (cf. art. 19*a*, al. 1, OPair en lien avec l'annexe 4, ch. 31, al. 2, OPair). Le règlement UE 2016/1628 intègre désormais cette valeur limite dans la phase V.

Les mesures d'émissions visées à l'art. 14, al. 2, OPair sont effectuées selon les règles de la métrologie. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) émet des recommandations concernant l'exécution de ces mesures. Les exigences techniques applicables aux systèmes de mesure et à la stabilité de mesure sont régies par l'ordonnance du 15 février 2006 sur les instruments de mesure[5] et par les dispositions d'exécution édictées par le Département fédéral de justice et police sur les instruments mesureurs des gaz d'échappement des moteurs à combustion[6].

En vertu de l'art. 20*b*, al. 1, OPair, les machines et les appareils mobiles équipés d'un moteur à combustion qui ne sont pas destinés à la circulation routière doivent satisfaire aux exigences de l'annexe 4, ch. 4. On entend par machine ou appareil non routier équipé d'un moteur à combustion les machines et appareils qui n'ont pas de plaque d'immatriculation. Conformément à l'annexe 4, ch. 42, al. 1, OPair, le détenteur ou l'exploitant de ces machines et appareils doit effectuer ou faire effectuer un service antipollution au moins tous les 24 mois. Il doit en conserver les résultats pendant au moins deux ans et les présenter aux autorités sur demande.

Les machines et appareils équipés d'un moteur à combustion ne doivent pas être contrôlés périodiquement conformément à l'art. 13, al. 3, OPair. L'autorité contrôle les résultats du service antipollution par sondage. S'il y a suspicion d'émissions excessives, elle peut ordonner un nouveau contrôle antipollution (annexe 4, ch. 42, al. 2, OPair).

[5] Ordonnance du 15 février 2006 sur les instruments de mesure (OIMes ; RS 941.210).

[6] Exigences relatives aux instruments de mesure : ordonnance du DFJP du 19 mars 2016 sur les instruments mesureurs des gaz d'échappement des moteurs à combustion (OIGE ; RS 941.242) ;
Vérification : Ordonnance du 15 février 2006 sur les instruments de mesure (OIMes ; RS 941.210).

4 Service antipollution

4.1 Exigences générales

En principe, le contrôle doit se faire selon les instructions et les recommandations du constructeur, aux intervalles indiqués par ce dernier.

En vertu de l'ordonnance sur les machines[7] ou du règlement (UE) 2023/1230[8], la notice d'instructions doit contenir la description des opérations de réglage et d'entretien que devrait effectuer l'utilisateur, ainsi que les mesures de prévention qui doivent être respectées (ch. 1.7.4.2, al. 1, let. r du règlement (UE) 2023/1230).

Selon l'annexe 4, ch. 42, al. 1, OPair, les machines ou appareils à partir de la phase V équipés d'un moteur à combustion doivent faire l'objet d'un service antipollution au moins tous les 24 mois. La responsabilité de la réalisation et de la documentation du contrôle antipollution appartient au détenteur ou à l'exploitant de la machine.

La périodicité du service antipollution pour les moteurs à allumage commandé d'une puissance < 19 kW est indiquée, en dérogation, au point 4.4.

Le service antipollution comprend :

- Le contrôle des composants des véhicules qui influent sur les émissions de gaz d'échappement et de leur réglage, d'après les indications du constructeur, ainsi que des plombs et des sceaux indiqués dans la fiche d'entretien du système antipollution ;
- En cas de besoin, le réglage, la remise en état ou le remplacement des composants considérés ;
- Une mesure ainsi que la tenue d'une fiche d'entretien du système antipollution, si nécessaire (voir chapitre 4.2 ou 4.3).

Le constructeur, le propriétaire de la réception par type en Suisse ou le représentant de la marque doit remettre une telle fiche au détenteur ou à l'exploitant avant de commercialiser les machines ou appareils mobiles. La première mesure des gaz d'échappement correspond à la première entrée sur la fiche d'entretien du système antipollution, qui se fait lors du démarrage initial par l'importateur ou le commerçant (voir annexe 3).

Selon l'OIGE, seuls des instruments mesureurs approuvés et vérifiés peuvent être utilisés. Les instruments de mesure réparés doivent être remis à l'organisme compétent pour une vérification ultérieure, conformément à l'ordonnance sur les instruments de mesure OIMes.

Pour les machines ou appareils équipés d'un système OBD[9] reconnu, si l'indicateur de dysfonctionnement du système OBD signale un défaut de l'équipement antipollution, le détenteur doit faire contrôler et remettre en état la machine ou l'appareil dans un délai d'un mois après la première apparition du défaut.

La fiche d'entretien du système antipollution doit être présentée aux autorités si celles-ci le demandent. Cette fiche doit être complétée sur la machine ou l'appareil (forme original ou copie) ou être tenue à disposition dans l'atelier (également sous forme numérique possible).

Les résultats du contrôle des gaz d'échappement doivent être conservés pendant au moins deux ans. Les résultats doivent pouvoir être attribués à chaque machine ou appareil concerné tout au long de cette durée.

---

[7] Ordonnance du 2 avril 2008 sur la sécurité des machines (ordonnance sur les machines ; RS 819.14).

[8] Règlement (UE) 2023/1230 du Parlement européen et du Conseil du 14 juin 2023 sur les machines, abrogeant la directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil et la directive 73/361/CEE du Conseil

[9] OBD : L'OBD, pour « On Board Diagnostics » que l'on peut traduire par « Diagnostic embarqué à bord » en français, est une interface qui permet d'accéder à un ensemble de données sur l'état de fonctionnement d'un véhicule. La reconnaissance des systèmes OBD est régie par l'art. 59a de l'Ordonnance sur les règles de la circulation routière du 13 novembre 1962 (RS 741.11).

4.2 Exigences applicables au service antipollution des moteurs à allumage par compression d'une puissance de ≥ 19 à ≤ 560 kW

Le service antipollution des machines ou appareils équipés d'un moteur à allumage par compression (p.ex. moteurs fonctionnant au diesel) dont la puissance s'élève à une valeur ≥ 19 et ≤ 560 kW et à partir de la phase V comporte une mesure du nombre de particules et l'obligation de tenir une fiche d'entretien du système antipollution[10].

La mesure du nombre de particules doit être effectuée selon la procédure de mesure décrite au chap. 5 de la présente aide à l'exécution. La mesure doit être effectuée au moyen d'un instrument mesureur des nanoparticules vérifié conformément l'OIGE. Les exigences fixées à l'annexe 4, ch. 31 al. 2, OPair sont considérées comme remplies lorsque le résultat mesuré ne dépasse pas la valeur de référence, qui s'élève à $2{,}5x10^5$ particules/cm^3 (250'000 particules/cm^3) (voir aussi l'annexe 2).

Pour les machines et appareils mis dans le commerce à partir du 1.1.2026 (équipés de moteurs à allumage par compression de ≥ 19 à ≤ 560 kW à partir de la phase V des gaz d'échappement), la mesure du nombre de particules doit être effectuée lors du service antipollution selon l'annexe 4, ch. 42, al. 1, OPair.

Pour les machines et appareils mis dans le commerce avant le 1.1.2026 (équipés de moteurs à allumage par compression de ≥ 19 à ≤ 560 kW à partir de la phase V des gaz d'échappement), la mesure du nombre de particules doit être effectuée à partir du 1.1.2027 lors du prochain entretien du système antipollution selon l'annexe 4, ch. 42 al. 1 de l'OPair. Jusqu'au 31.12.2026, au moins une mesure de l'opacité doit être effectuée conformément à la Directive Air Chantiers, annexe 2.

Les fiches d'entretien des moteurs sur lesquels il convient désormais d'effectuer une mesure du nombre de particules peuvent continuer à être utilisées même si elles ne contiennent pas de rubrique spécifique pour l'attestation de cet examen supplémentaire. Le nombre de particules peut être noté dans la rubrique réservée à la valeur de l'opacité ; l'unité de mesure doit être modifiée en conséquence. La valeur de référence peut également être modifiée à $2{,}5\times10^5$ particules/cm^3 (250'000 particules/cm^3).

4.3 Exigences applicables au service antipollution des moteurs à allumage commandé d'une puissance ≥ 19 kW

Le service d'entretien du système antipollution des machines ou appareils mobiles équipés d'un moteur à allumage commandé (moteurs fonctionnant à l'essence ou au gaz p. ex.) à partir de la phase V comporte, lorsque la puissance est supérieure ou égale à 19 kW une mesure des gaz d'échappement et l'obligation de tenir une fiche d'entretien du système antipollution.

La mesure doit être effectuée au moyen d'un instrument mesureur des composants gazeux vérifié conformément à l'OIGE.

Par analogie à l'ordonnance du DETEC relative à l'entretien et au contrôle subséquent des voitures automobiles en ce qui concerne les émissions de gaz d'échappement et de fumées, les moteurs à allumage commandé équipés d'un convertisseur catalytique à 3 voies à boucle fermée doivent respecter les valeurs suivantes au régime ralenti :

CO : ≤ 1,0 % vol

HC : ≤ 200 ppm

CO_2 : ≥ 12,0 % vol

[10] Les moteurs d'une puissance < 19kW et > 560 kW sont généralement construits sans filtres à particules. Une mesure de l'opacité avec une valeur de mise au rebut de 3 m^{-1} n'est pas utile. Une mesure du nombre de particules sans valeur de référence n'est pas non plus utile.

4.4 Exigences dérogatoires applicables au service antipollution des moteurs à allumage commandé d'une puissance < 19 kW

Le service d'entretien du système antipollution des machines ou appareils mobiles équipés d'un moteur à allumage commandé (moteurs fonctionnant à l'essence ou au gaz p. ex.) à partir de la phase V comporte, lorsque la puissance est inférieure à 19 kW, des dérogations par rapport aux exigences du chapitre 4.1. Ces petits appareils ou leurs moteurs sont généralement difficiles à régler. Il s'agit principalement d'appareils de loisirs utilisés durant un nombre d'heures restreint. Le service doit se faire selon les instructions et les recommandations du constructeur, aux intervalles indiqués par ce dernier. La responsabilité incombe au détenteur ou à l'exploitant de la machine ou de l'appareil.

L'OFEV recommande d'utiliser, dans les moteurs à allumage commandé d'une puissance < 19 kW, de l'essence alkylée sans aromatiques qui, contrairement à l'essence classique, ne contient presque pas de benzène cancérogène. En outre, sa combustion entraîne moins d'émissions de polluants. La qualité de l'essence alkylée est réglée dans la norme SN 181 163[11].

4.5 Service antipollution des moteurs multicarburants (véhicules bivalents)

Lorsqu'il s'agit de machines ou d'appareils qui peuvent être utilisés avec différents carburants (p. ex. de l'essence ou du gaz), il y a lieu d'effectuer le service antipollution pour chaque mode de propulsion.

Sur la fiche d'entretien de ces machines et appareils doivent figurer les indications prescrites pour chaque mode de propulsion. Il est aussi admis d'utiliser une fiche d'entretien distincte pour chaque mode de propulsion.

4.6 Résumé des exigences

Les exigences applicables au service antipollution en fonction du moteur à combustion et de la puissance sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 - Résumé des exigences applicables au service antipollution.

Type de moteur et puissance:	Entretien : selon les recommandations du constructeur	Périodicité : tous les 24 mois au plus tard	Mesurage :	Fiche d'entretien :
Moteurs à allumage par compression < 19 kW (p.ex. diesel)	Oui	Oui	Non nécessaire	Non
Moteurs à allumage par compression ≥ 19 kW et ≤ 560 kW	Oui	Oui	Mesurer le nombre de particules	Oui
Moteurs à allumage par compression > 560 kW	Oui	Oui	Non nécessaire	Non
Moteurs à allumage commandé < 19 kW (p.ex. essence)	Oui	Non*	Non nécessaire	Non
Moteurs à allumage commandé ≥ 19 kW	Oui	Oui	Mesurer les composants gazeux	Oui

* Justification : ces petits appareils ou leurs moteurs sont généralement difficiles à régler. Il s'agit principalement d'appareils de loisirs utilisés durant un nombre d'heures restreint.

[11] La norme peut être consultée gratuitement ou obtenue contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthour; www.snv.ch

Pour les machines et appareils mis dans le commerce à partir du 1.1.2026 (équipés de moteurs à allumage par compression de ≥ 19 à ≤ 560 kW à partir de la phase V des gaz d'échappement), la mesure du nombre de particules doit être effectuée lors du service antipollution selon l'annexe 4, ch. 42, al. 1, OPair.

Pour les machines et appareils mis dans le commerce avant le 1.1.2026 (équipés de moteurs à allumage par compression de ≥ 19 à ≤ 560 kW à partir de la phase V des gaz d'échappement), la mesure du nombre de particules doit être effectuée à partir du 1.1.2027 lors du prochain entretien du système antipollution selon l'annexe 4, ch. 42 al. 1 de l'OPair. Jusqu'au 31.12.2026, au moins une mesure de l'opacité doit être effectuée conformément à la Directive Air Chantiers, annexe 2.

5 Procédure de mesure pour déterminer le nombre de particules

Ce chapitre décrit la procédure pour la réalisation de la mesure du nombre des particules pour les machines et appareils. Il s'inspire des exigences correspondantes pour la mesure de la concentration en nombre de particules des véhicules homologués pour la circulation routière.

Pour exclure toute influence sur la mesure, l'instrument de mesure du nombre de particules ne doit pas être posé sur une surface vibrante pendant la mesure. Il faut utiliser la sonde originale de prélèvement des gaz avec laquelle l'instrument de mesure du nombre de particules a été livré.

5.1 Conditions de test

5.1.1 Moteur

Le moteur doit être entretenu et réglé selon les instructions du constructeur. Le moteur et le système de réduction des particules doivent être amenés à leur température de service (pré-conditionnement) selon les recommandations du constructeur.

Le moteur doit être examiné avec ses systèmes de traitement des gaz d'échappement (p. ex. le système de réduction des particules).

La mesure est effectuée sur le véhicule à l'arrêt, boîte de vitesses au point mort. Un carburant ordinaire sans additifs doit être utilisé.

Le dispositif des gaz d'échappement ne doit comporter aucune fuite et ni aucun système susceptible d'entraîner une dilution des gaz d'échappement. Lorsqu'une machine ou un appareil dispose de plusieurs tubulures arrière d'échappement, on procédera à une série de mesures sur chacune d'elles. La série de mesures dont le résultat est le plus élevé est déterminante.

Afin de pré-conditionner le moteur et le système de réduction des particules, il est nécessaire d'effectuer 4 à 6 accélérations à vide avant le début de la mesure. Si aucune accélération à vide ne peut être effectuée, il faut s'assurer que le moteur est amené à sa température de service.

Le liquide de refroidissement et le lubrifiant moteur doivent atteindre la température de contrôle indiquée par le constructeur. Le début de la mesure doit se faire le plus rapidement possible, au plus tard une minute après la fin de la dernière accélération à vide.

5.1.2 Point de mesure et sonde de prélèvement des gaz

Le point de mesure se trouve normalement à la sortie du dispositif des gaz d'échappement de la machine. Si la mesure y est impossible, elle doit être faite à un autre endroit où les critères ci-après sont remplis :

- La composition des gaz d'échappement est représentative des émissions ;
- La répartition des polluants est homogène au sein de la section de mesure ;
- La sonde est tenue dans le prolongement du flux de courant, au centre de la section du tuyau d'échappement.

En règle générale, la sonde doit être introduite dans le tuyau d'échappement à une profondeur d'environ 50 mm. Son positionnement ne doit pas être susceptible d'entraîner une dilution des gaz d'échappement.

5.2 Procédure de mesure

Le nombre de particules dans les gaz d'échappement doit être mesuré au régime maximal à vide (régime de coupure) du moteur (point de fonctionnement déterminant). Si le régime de coupure ne peut pas être, il faut effectuer la mesure à un régime à vide répétable, entre le régime du ralenti et le régime de coupure. Si le régime de coupure ne peut être maintenu et qu'il est impossible d'atteindre un régime répétable sans charge, une mesure sous charge, p. ex. par l'enclenchement d'une résistance hydraulique, est autorisée à condition que le point de fonctionnement du moteur soit répétable et reproductible. Le régime

choisi et, le cas échéant, la charge appliquée doivent être notés dans la fiche d'entretien du système antipollution.

La mesure de la concentration de nombre de particules doit être effectuée dès que le point de fonctionnement réglé est constant.

La valeur à examiner par rapport à la valeur de référence est la moyenne arithmétique des valeurs de mesure officielle au sens de l'annexe 4, ch. 7.2, OIGE. Aucune déduction de la valeur mesurée n'est autorisée.

5.3 Valeur de référence

Les exigences fixées à l'annexe 4, ch. 41, al. 1, OPair sont considérées comme remplies lorsque le résultat mesuré ne dépasse pas la valeur de référence, qui s'élève à $2{,}5 \times 10^5$ particules/cm³ (250'000 particules/cm^3).

Lorsque le résultat mesuré dépasse la valeur de référence, il faut s'assurer que la valeur de comparaison soit respectée avant que la machine ne soit utilisée.

6 Fiche d’entretien du système antipollution

Sur la fiche d’entretien du système antipollution (ci-après fiche d’entretien) doivent figurer au moins, dans les trois langues officielles, les rubriques et indications énoncées dans l’annexe. En ce qui concerne la forme et la présentation, les éditeurs sont libres; la fiche d’entretien peut être intégrée au livret d’entretien pour constituer un document unique.

Il est également possible d’obtenir la fiche d’entretien requise pour la catégorie de véhicules concernée auprès, par exemple, des organisations mentionnées dans le tableau 2 :

Tableau 2 - Lieux où se procurer une fiche d’entretien du système antipollution

Type de véhicule	Adresse
Voitures automobiles de transport:	auto-suisse Association des importateurs suisses d’automobiles case postale 47 3000 Berne 22
Machines de construction et voitures automobiles de travail non agricoles ou forestières :	Association suisse de l’industrie des machines de chantier (VSBM) case postale 656 4010 Bâle
Véhicules automobiles agricoles et forestiers :	Association suisse des fabricants et commerçants de machines agricoles (ASMA) case postale 106 3000 Berne 6

Il y a lieu de remplir la fiche d’entretien conformément aux documents techniques disponibles.

Après chaque service antipollution, la personne qui a effectué les travaux, ou une personne responsable au sein de l’entreprise en question, doit remplir et signer la fiche d’entretien. Par sa signature, la personne en question atteste qu’un service antipollution complet a été effectué dans les règles de l’art sur le moteur et sur le système de traitement des gaz d’échappement.

Lorsque la fiche d’entretien n’est plus disponible ou qu’elle est entièrement utilisée, le détenteur ou l’exploitant doit s’en établir une nouvelle, sur laquelle figureront les inscriptions nécessaires. Les fiches d’entretien complètement remplies peuvent encore être utilisées à condition d’y avoir agrafé ou collé des feuillets complémentaires contenant les mêmes rubriques que la fiche elle-même.

7 Vignette antipollution

La vignette antipollution indique l’échéance (mois, année) du prochain service. Il n’est pas obligatoire d’apposer la vignette sur la machine ou l’appareil à partir de la phase V et sans plaque d’immatriculation, mais cela est considéré comme étant utile, ne serait-ce que parce qu’elle rend l’échéance du prochain service plus visible.

Annexe 1 Exemple de fiche d’entretien du système antipollution

Sur la fiche d‘entretien du système antipollution, les rubriques et indications doivent être rédigées dans les trois langues officielles.

Dans les trois langues officielles, le titre sera le suivant :

- Abgas-Wartungsdokument
- Fiche d’entretien du système antipollution
- Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico

Les indications suivantes doivent en tout cas figurer sur la fiche d’entretien :

1. Caractéristiques du véhicule ou de la machine :
   - Marque
   - Type de machine ou d’appareil
   - N° du châssis ou n° de série
   - Identification du moteur
2. Conditions de mesure :
   - Élever la température du moteur à sa température de service
   - Éteindre tous les équipements qui consomment de l’électricité
   - Suivre les autres indications du constructeur

Pour les moteurs à allumage par compression :

3. Indications de réglage :
   - Régime au ralenti (min^{-1})
   - Régime maximal à vide (min^{-1}) (régime de coupure)
4. Valeurs des émissions :
   - Mesure du nombre de particules au régime de coupure

Pour les moteurs à allumage commandé :

3. Indications de réglage :
   - Régime au ralenti (min^{-1})
4. Valeurs des gaz d’échappement au ralenti :
   - CO % vol (de ... à ...)
   - HC ppm (plus petit que)
   - CO_2 % vol (plus grand que)
5. Attestation :

Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d’entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.

D'autres informations peuvent être mentionnées (par exemple sous 1. Données du véhicule ou de la machine : norme sur les gaz d’échappement).

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (exemple)

für Maschinen und Geräte mit Selbstzündungsmotor und einer PN-Messung
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage par compression et soumis à une mesure du nombre de particules
per macchine e apparecchi con motore ad accensione per compressione e una misurazione PN

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore ..... - Abgasstufe *Norme sur les gaz d'échappement* Classe di emissione	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- obere Leerlaufdrehzahl ohne Last (min-1) (Abregeldrehzahl) *Régime maximal à vide (min-1) (régime de coupure)* Regime massimo a vuoto (min-1) (limitatore del regime massimo)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- Plomben und Versiegelungen *Plombs et cachetages* Piombi e sigilli	.....	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** Valori d'emissione				
	- Partikelanzahl-Wert bei Abregeldrehzahl *Nombre de particules au régime de coupure* Numero di particelle con limitatore del regime massimo	250'000 PN/cm^3	..... PN/cm^3	.....PN/cm^3	..... PN/cm^3
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** Attestazione				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (exemple)

für Maschinen und Geräte mit Fremdzündungsmotor
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage commandé
per macchine e apparecchi con motore ad accensione comandata e misurazione dei gas di scarico

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** **Valori d'emissione**				
	- CO % vol. vol. / del vol.	..... % vol.	..... % vol.	..... % vol.	..... % vol.
	- HC ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm
	- CO_2 % vol. / in % del vol.	..... % vol.	..... % vol.	..... % vol.	..... % vol.
	- Betriebsstunden resp. km-Stand *Heures de service ou kilométrage* Ore d'esercizio o chilometraggio	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** **Attestazione**				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Annexe 2 Détermination du nombre de particules pour la valeur de référence

Le règlement (UE) n° 2016/1628, entré en vigueur le 1er janvier 2017, couvre les émissions des engins mobiles non routiers. Il fixe une valeur limite d'émission dans les gaz d'échappement qui s'applique dans le cadre de la réception par type et s'élève à 1×10^{12} 1/kWh particules solides d'un diamètre supérieur à 23 nm. En Suisse, l'OPair prescrit depuis 2009 déjà un nombre de particules maximal de $1x10^{12}$ particules/kWh pour les machines de chantier (annexe 4, ch. 31, al. 2, OPair). La valeur limite de l'OPair est désormais reprise dans la phase V du règlement de l'UE.

La valeur limite du nombre de particules représente la valeur de conformité pour la certification. Comme régle générale, cette valeur ne peut pas être déterminée directement en dehors du banc d'essai moteur, étant donné que la puissance du moteur à combustion au moment du test n'est pas connue (donnée en kW).

La valeur de référence peut être déterminée de façon théorique à partir de la valeur limite du nombre de particules mesurée directement dans les gaz d'échappement pendant la phase d'exploitation de la machine au moyen de la formule suivante :

$$Conc_{gazOPair}[unit/m^3] = Conc_{gazCE}[unit/kWh] \cdot \frac{\rho_{gaz}[kg/m^3]}{b_e[kg/kWh] \cdot (\lambda \cdot L_{th} + 1)}$$

Tableau 3 - Définition des variables

Variable	Description
Conc gaz OPair	Concentration de la substance émise à l'échappement prescrite par l'OPair par rapport au volume des gaz d'échappement rapportés aux conditions normales (0 °C, 10^{13} mbar) en unité/m³, ici en nombre de particules/m³.
Conc gaz CE	Concentration de la substance émise à l'échappement référencée au travail mécanique utile du moteur en unité/kWh, ici en nombre de particules/kWh.
unit	Unité de quantité de la substance émise dans les gaz d'échappement (peut être exprimée en grammes « g » ou en nombre des particules « 1 », sans dimension).
ρ_{gaz}	Densité admise des gaz d'échappement du moteur dans les conditions normales (selon le tableau 6 du règlement ECE-R49) : pour le diesel = 1,2934 [kg/m³])
b_e	Consommation de carburant spécifique en kg/kWh Valeur de référence moyenne : moteur à allumage par compression (diesel) 0,215 kg/kWh (215 g/kWh)
λ	Rapport air/combustible du moteur ; valeur de référence moyenne : moteur à allumage par compression λ = 1,8
L_{th}	Valeur théorique stœchiométrique air/combustible, en kg air/kg combustible, pour moteurs diesel 14,5

La valeur limite du nombre de particules de $1x10^{12}$ particules/kWh prescrite par le règlement de l'UE 2016/1628 et l'OPair correspond à 221'986 particules/cm³. La valeur de référence a donc été fixée à 250'000 particules/cm³.

La valeur de référence de $2,5x10^5$ particules/cm³ est similaire à la valeur limite de particules fixée dans le règlement de l'UE 2016/1628 et dans l'OPair, qui est déterminée dans le cadre du service antipollution pendant la phase d'utilisation de la machine et peut être évaluée directement dans les gaz d'échappement au moyen d'instruments de mesure adéquats.

Annexe 3 Mesure du nombre de particules sur les machines et équipements neufs

Pour les machines et appareils neufs, un premier entretien des gaz d'échappement, y compris la mesure du nombre de particules, doit typiquement être effectué avant la livraison au client. On sait par la littérature que les filtres à particules neufs doivent être chargés une première fois pour atteindre le degré de filtration effectif. Ce «degreening» du filtre à particules neuf se fait normalement de lui-même au cours des premières heures de fonctionnement. Après le «degreening», on obtient des degrés de séparation stables et représentatifs.

Dans la plupart des cas, avant la vente d'une machine neuve, il est aisé d'effectuer et de réussir une mesure du nombre de particules, même avec très peu d'heures de fonctionnement.

Dans quelques cas isolés, il faut forcer le «degreening» du filtre à particules. Cela est possible si le moteur fonctionne sous une charge (plus élevée) et/ou si le moteur est démarré plusieurs fois. Ensuite, dans ces cas également, une mesure du nombre de particules peut être effectuée et réussie.