



Bruxelles, le 20.3.2023
C(2023) 1796 final

RECOMMANDATION DE LA COMMISSION

du 20.3.2023

**relative à la mesure du nombre de particules lors du contrôle technique périodique des
véhicules équipés d'un moteur à allumage par compression**

RECOMMANDATION DE LA COMMISSION

du 20.3.2023

relative à la mesure du nombre de particules lors du contrôle technique périodique des véhicules équipés d'un moteur à allumage par compression

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne, et notamment son article 292, considérant ce qui suit:

- (1) Dans l'intérêt de la santé publique, de la protection de l'environnement et de l'existence d'une concurrence équitable, il importe de veiller à ce que les véhicules en circulation soient correctement entretenus et contrôlés afin de maintenir leurs performances comme le garantit la réception, sans dégradation excessive, pendant toute leur durée de vie.
- (2) Les méthodes d'essai requises par la directive n° 2014/45/UE du Parlement européen et du Conseil¹ en ce qui concerne les émissions à l'échappement des véhicules à moteur, notamment les essais d'opacité applicables aux moteurs à allumage par compression, ne sont pas adaptées aux véhicules plus récents équipés de filtres à particules. Les essais en laboratoire indiquent que même les véhicules équipés de filtres à particules diesel («FPD») défectueux ou falsifiés peuvent passer l'essai d'opacité sans que le dysfonctionnement soit constaté.
- (3) Afin de pouvoir détecter les véhicules présentant un DPF défectueux, certains États membres ont introduit ou introduiront prochainement des méthodes de mesurage du nombre de particules («NP») dans le cadre de leur contrôle technique périodique des véhicules équipés de moteurs à allumage par compression. Si ces méthodes sont similaires, elles diffèrent par certains aspects. Au lieu d'introduire différentes méthodes de mesurage dans l'Union, il convient d'introduire un ensemble commun d'exigences minimales pour le mesurage du PN sur la base de lignes directrices.
- (4) Les méthodes existantes mises au point par certains États membres, les résultats des essais en laboratoire effectués par le Centre commun de recherche de la Commission², ainsi que les résultats de la consultation du groupe d'experts sur le contrôle technique ont été dûment pris en compte lors de l'élaboration de ces lignes directrices.
- (5) Étant donné que l'applicabilité de ces lignes directrices n'a pas été testée pour les véhicules équipés de moteurs à allumage commandé, leur champ d'application devrait être limité aux véhicules équipés de moteurs à allumage par compression et ayant une limite de nombre de particules solides lors de leur réception par type. Il s'agit des

¹ Directive 2014/45/UE du Parlement européen et du Conseil du 3 avril 2014 relative au contrôle technique périodique des véhicules à moteur et de leurs remorques, et abrogeant la directive 2009/40/CE (JO L 127 du 29.4.2014, p. 51).

² Comparisons of Laboratory and On-Road Type-Approval Cycles with Idling Emissions. Implications for Periodical Technical Inspection (PTI) Sensors, doi.org/10.3390/s20205790 et Evaluation of Measurement Procedures for Solid Particle Number (SPN) Measurements during the Periodic Technical Inspection (PTI) of Vehicles, doi.org/10.3390/ijerph19137602.

véhicules utilitaires légers diesel immatriculés pour la première fois à partir du 1^{er} janvier 2013 (Euro 5b et plus récents)³ et des véhicules utilitaires lourds diesel immatriculés pour la première fois à partir du 1^{er} janvier 2014 (Euro VI et plus récemment)⁴. Dès que le même niveau de confiance est atteint en ce qui concerne une méthode de mesurage du PN applicable aux véhicules équipés d'un moteur à allumage commandé, des lignes directrices correspondantes devraient être élaborées.

- (6) Pour être efficaces, les lignes directrices devraient inclure des exigences relatives aux équipements de mesure, aux contrôles métrologiques, à la procédure de mesure, aux exigences métrologiques et techniques, ainsi qu'à une limite de réussite/échec.
- (7) La présente recommandation constitue une première étape vers un mesurage harmonisé des PN lors du contrôle technique au sein de l'Union,

A ADOPTÉ LA PRÉSENTE RECOMMANDATION:

Les États membres devraient mettre en œuvre le mesurage du nombre de particules lors du contrôle technique périodique des véhicules équipés de moteurs à allumage par compression et de filtres à particules diesel conformément aux lignes directrices énoncées en annexe.

Fait à Bruxelles, le 20.3.2023

Par la Commission

Membre de la Commission

³ Règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules (JO L 171 du 29.6.2007, p. 1).

⁴ Règlement (CE) n° 595/2009 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relatif à la réception des véhicules à moteur et des moteurs au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et à l'accès aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, et modifiant le règlement (CE) n° 715/2007 et la directive 2007/46/CE, et abrogeant les directives 80/1269/CEE, 2005/55/CE et 2005/78/CE (JO L 188 du 18.7.2009, p. 1).

Bruxelles, le 20.3.2023
C(2023) 1796 final

ANNEX

ANNEXE

de la

Recommandation de la Commission

**relative à la mesure du nombre de particules lors du contrôle technique périodique des
véhicules équipés d'un moteur à allumage par compression**

ANNEXE

Table des matières

1.	Champ d'application	3
2.	Termes et définitions.....	3
3.	Description de l'acte et inscription	5
3.1.	Description de l'instrument NP-CTP	5
3.2.	Inscription	6
3.3.	Instructions de service.....	7
4.	Prescriptions métrologiques	7
4.1.	Indication du résultat de la mesure.....	7
4.2.	Intervalle de mesure:	7
4.3.	Résolution du dispositif d'affichage (uniquement pour les indicateurs numériques)..	8
4.4.	Temps de réponse.....	9
4.5.	Temps de chauffage	9
4.6.	Erreur maximale tolérée (EMT).....	9
4.7.	Prescriptions en matière d'efficacité	9
4.8.	Prescriptions en matière de linéarité	10
4.9.	Niveau zéro	11
4.10.	Efficacité de rétention des particules volatiles.....	11
4.11.	Stabilité dans le temps ou dérive.....	11
4.12.	Répétabilité	12
4.13.	Grandeurs d'influence	12
4.14.	Perturbations	13
5.	Prescriptions techniques.....	15
5.1.	Construction	15
5.2.	Exigences pour assurer le bon fonctionnement.....	16
6.	Contrôles métrologiques	18
6.1.	Examen de type	18
6.2.	Vérification primitive.....	18
6.3.	Vérification ultérieure	19
7.	Procédure de mesure	20
8.	Limite NP-CTP	22
9.	Liste des sources	22

Lignes directrices relatives à la mesure du nombre de particules

1. CHAMP D'APPLICATION

Le présent document présente des lignes directrices pour l'essai de concentration relatif au nombre de particules («NP») lors du contrôle technique périodique («CTP»). La mesure de concentration en nombre de particules (NP) lors du CTP peut s'appliquer à tous les véhicules des catégories M et N équipés d'un moteur à allumage par compression et d'un filtre à particules diesel. Les présentes lignes directrices devraient s'appliquer aux véhicules légers immatriculés pour la première fois à partir du 1^{er} janvier 2013 (Euro 5b ou plus récents) et aux véhicules lourds immatriculés pour la première fois à partir du 1^{er} janvier 2014 (Euro VI ou plus récents).

2. TERMES ET DEFINITIONS

Ajustage: Ensemble d'opérations réalisées sur un système de mesure pour qu'il fournisse des indications prescrites correspondant à des valeurs données des grandeurs à mesurer (VIM 3.11)

Efficacité de comptage: Le rapport entre la lecture sur l'instrument NP-CTP et la lecture sur un instrument ou dispositif de référence identifiable

Correction: Compensation d'un effet systématique connu (VIM 2.53)

Perturbation: Grandeur d'influence dont la valeur se situe dans les limites spécifiées dans la présente recommandation, mais en dehors des conditions assignées de fonctionnement spécifiées de l'instrument de mesure (OIML D 11)

Incertitude élargie: Produit d'une incertitude-type obtenue en utilisant les incertitudes-types individuelles associées aux grandeurs d'entrée dans un modèle de mesure, et d'un facteur supérieur au nombre un (VIM 2.35 et VIM 2.31)

Filtre HEPA (filtre à particules à haute efficacité): Dispositif qui élimine les particules de l'air avec une efficacité supérieure à 99,95 % (ce qui correspond à la classe H13 ou à une classe supérieure selon la norme EN 1822-1: 2019)

Indication: Valeur fournie par un instrument de mesure ou un système de mesure (VIM 4.1)

Grandeur d'influence: Grandeur qui, lors d'un mesurage direct, n'a pas d'effet sur la grandeur effectivement mesurée, mais a un effet sur la relation entre l'indication et le résultat de mesure (VIM 2.52)

Logiciel à caractère légal: Toute partie du logiciel, y compris les paramètres stockés, ayant une influence sur le résultat de mesure calculé, affiché, transmis ou stocké (OIML R 99)

Maintenance: Travaux de maintenance périodique et d'ajustage périodique définis avec précision pour maintenir un instrument de mesure en état de fonctionnement

Erreur maximale tolérée (EMT): Valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une valeur de référence connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné (VIM 4.26)

Erreur de mesure: Différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et une valeur de référence (VIM 2.16)

Résultat de mesure: Ensemble de valeurs attribuées à un mesurande, complété par toute autre information pertinente disponible (VIM 2.9)

Intervalle de mesure: Ensemble des valeurs de grandeurs d'une même nature qu'un instrument de mesure ou un système de mesure donné peut mesurer avec une incertitude instrumentale spécifiée, dans des conditions déterminées (VIM 4.7)

Institut national de métrologie (INM): Institut de métrologie chargé de l'examen de type des instruments NP-CTP dans un État membre

Détecteur de particules: Dispositif ou instrument indiquant la présence de particules lorsqu'une valeur seuil de concentration NP est dépassée

Particule(s): Particules solides (thermiquement stables) d'une taille comprise entre 23 nm et au moins 200 nm émises par le véhicule et mesurées en suspension dans l'air selon les méthodes spécifiées dans les présentes lignes directrices

- **Particules monodisperses:** Particules présentant une distribution de tailles très étroite autour d'une taille donnée
- **Particules polydisperses:** Particules présentant une grande diversité de taille de particule

Taille d'une particule: Diamètre de mobilité électrique, c.-à-d. le diamètre d'une sphère ayant la même vitesse de migration que la particule d'intérêt, dans un champ électrique constant

Instrument NP-CTP: Instrument de mesure de la concentration NP dans les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne prélevés dans le tuyau d'échappement d'un véhicule lors du CTP

Type d'instrument NP-CTP: Ensemble des instruments d'un même fabricant caractérisés par le même principe de fonctionnement, le même matériel et les mêmes algorithmes de calcul et de correction

Conditions assignées de fonctionnement: Conditions de fonctionnement qui doivent être satisfaites pendant un mesurage pour qu'un instrument de mesure ou un système de mesure fonctionne conformément à sa conception (VIM 4.9)

Conditions de fonctionnement de référence: Conditions de fonctionnement prescrites pour évaluer les performances d'un instrument de mesure ou d'un système de mesure ou pour comparer des résultats de mesure (VIM 4.11)

Résolution du dispositif afficheur: Plus petite différence entre indications affichées qui peut être perçue de manière significative (VIM 4.15)

Temps de réponse: Durée entre l'instant où une valeur d'entrée d'un instrument de mesure ou d'un système de mesure subit un changement brusque d'une valeur constante spécifiée à une autre et l'instant où l'indication correspondante se maintient entre deux limites spécifiées autour de sa valeur finale en régime établi [VIM 4.23, voir OIML V 2-200 (2012) Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés, dans la liste des sources figurant à la fin des présentes lignes directrices]

Dispositif de préconditionnement de l'échantillon: Dispositif servant à la dilution et/ou à l'élimination des particules volatiles

Sonde de prélèvement: Tube introduit dans l'extrémité du tuyau d'échappement d'un véhicule pour prélever les échantillons de gaz (OIML R 99)

Défaut significatif: Défaut dont la valeur est supérieure à celle de l'erreur maximale tolérée (EMT) en vérification primitive (OIML R 99)

Résultat de l'essai: Résultat final de mesure pour un véhicule testé selon la procédure de mesure NP-CTP décrite à la section 7

Traçable: Traçabilité métrologique, c'est-à-dire la propriété d'un résultat de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages, dont chacun contribue à l'incertitude de mesure (VIM 2.41)

Vérification: Fourniture de preuves tangibles qu'une entité donnée satisfait à des exigences spécifiées, dans le cadre de l'examen et du marquage et/ou de la délivrance d'un certificat de vérification pour un système ou un instrument de mesure (VIM 2.44)

Temps de chauffage: Temps écoulé entre la mise sous tension d'un instrument et le moment où l'instrument est capable de satisfaire aux exigences métrologiques (OIML R 99)

Dispositif ou procédure de remise à zéro: Dispositif ou procédure permettant de remettre à zéro l'indication d'un instrument (OIML R99)

3. DESCRIPTION DE L'ACTE ET INSCRIPTION

3.1. Description de l'instrument NP-CTP

Les principales composantes des instruments NP-CTP devraient être les suivantes:

- une sonde de prélèvement introduite dans le tuyau arrière d'un véhicule de fonctionnement pour recueillir l'échantillon de gaz d'échappement;
- une conduite de prélèvement pour transporter l'échantillon à l'instrument (facultatif);
- un dispositif de préconditionnement de l'échantillon destiné à diluer la concentration élevée de particules par un facteur de dilution constant et/ou à éliminer les particules volatiles de l'échantillon (facultatif);
- un ou plusieurs dispositifs de détection permettant de mesurer la concentration NP de l'échantillon de gaz; il est admissible que le détecteur de particules préconditionne également le gaz;

- un ou plusieurs dispositifs permettant de faire passer les gaz à travers l'instrument. Si les particules passent dans le ou les filtres avant le dispositif de détection, les critères d'efficacité de comptage conformément aux présentes lignes directrices doivent toujours être remplis;
- un ou plusieurs dispositifs empêchant la condensation de l'eau dans la conduite de prélèvement et dans l'instrument; cela peut également être obtenu en chauffant à une température plus élevée et/ou en diluant l'échantillon ou en oxydant les espèces (semi-)volatiles;

- un ou plusieurs filtres pour éliminer les particules susceptibles d'entraîner la contamination de différentes parties sensibles de l'instrument NP-CTP. Si les particules passent par ce ou ces filtres avant le dispositif de détection, les critères d'efficacité du comptage (voir la section 4.7), conformément aux présentes lignes directrices, doivent toujours être remplis;

- un ou plusieurs filtres HEPA pour fournir de l'air pur pour le niveau zéro et, le cas échéant, les procédures de remise à zéro (facultatif dans les deux cas);
- ports pour la vérification sur le terrain afin d'introduire des échantillons d'air ambiant et de particules de référence lorsque la technologie utilisée l'exige;
- un logiciel permettant de traiter le signal, y compris un dispositif indicateur permettant d'afficher les résultats d'une mesure et un dispositif d'enregistrement permettant de capter et de stocker des données;
- un dispositif de commande permettant de lancer et de contrôler le fonctionnement des instruments et un dispositif d'ajustage semi-automatique ou automatique permettant de régler les paramètres de fonctionnement des instruments dans les limites prescrites.

3.2. Inscription

Comme l'exige l'annexe I de la directive n° 2014/32/UE du Parlement européen et du Conseil¹, l'instrument NP-CTP devrait comporter une ou plusieurs étiquettes permanentes, non transférables et facilement lisibles. La ou les étiquettes doivent comporter les informations suivantes:

- (1) le nom du fabricant, sa raison sociale ou sa marque déposée;
- (2) l'année de fabrication;
- (3) le numéro de l'attestation d'examen CE de type;
- (4) un marquage distinctif;
- (5) les caractéristiques de l'alimentation électrique:
 - (a) en cas d'alimentation sur secteur: la tension et la fréquence nominales ainsi que la puissance requise;
 - (b) en cas d'alimentation sur batterie de véhicule routier: la tension et la puissance nominale de la batterie requises;
 - (c) en cas d'alimentation par une batterie interne amovible: le type et la tension nominale de la batterie;
- (6) le débit minimal et (le cas échéant) le débit nominal;
- (7) l'intervalle de mesure;
- (8) les plages de température, de pression et d'humidité admissibles pour le fonctionnement.

Si les dimensions de l'instrument ne permettent pas d'inclure toutes les inscriptions, elles doivent être incluses dans le manuel de l'instrument. Il est également recommandé d'indiquer les mêmes plages (température, pression, humidité) pour les conditions de stockage.

Une étiquette supplémentaire devrait indiquer la date de la dernière vérification de l'instrument NP-CTP.

¹ Directive 2014/32/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché d'instruments de mesure (JO L 96 du 29.3.2014, p. 149).

Pour les instruments NP-CTP disposant de fonctions métrologiques commandées par un logiciel, l'identification du logiciel à caractère légal doit figurer sur l'étiquette ou être affichable sur le dispositif indicateur.

3.3. Instructions de service

Le fabricant doit fournir des instructions d'utilisation pour chaque instrument dans la ou les langues du pays dans lequel il sera utilisé. Le mode d'emploi doit comprendre:

- les instructions relatives à l'installation, à l'entretien, aux réparations, aux ajustages admissibles;
- les intervalles de temps et les procédures de maintenance, d'ajustage et de vérification qui sont suivies pour se conformer à l'EMT;
- une description de la procédure d'essai d'étanchéité et/ou de pureté de l'air;
- le cas échéant, la procédure de «remise à zéro»;
- la procédure de mesure de la concentration dans l'air ambiant ou de la concentration PN élevée (facultatif);
- les températures de stockage maximales et minimales;
- une déclaration des conditions assignées de fonctionnement (énumérées à la section 4.13) et des autres conditions ambiantes mécaniques et électromagnétiques pertinentes;
- la plage de températures ambiantes de fonctionnement si elle dépasse la plage prescrite dans les conditions assignées de fonctionnement (section 4.13);
- le cas échéant, des précisions sur la compatibilité avec les équipements auxiliaires;
- toute condition particulière de fonctionnement, par exemple une limitation de la longueur du signal ou des données, ou des plages spéciales pour la température ambiante et la pression atmosphérique;
- le cas échéant, les spécifications de la batterie;
- une liste des messages d'erreur accompagnée d'explications.

4. PRESCRIPTIONS METROLOGIQUES

4.1. Indication du résultat de la mesure

L'instrument devrait garantir que:

- le NP par volume est exprimé en nombre de particules par cm^3 ;
- les inscriptions de cette unité sont attribuées sans ambiguïté à l'indication; les indications « $\#/ \text{cm}^3$ », « cm^{-3} », «particules/ cm^3 », « $1/\text{cm}^3$ » sont autorisées.

4.2. Intervalle de mesure:

L'instrument devrait garantir que:

- l'intervalle de mesure minimal, qui peut être subdivisé, est compris entre 5 000 $1/\text{cm}^3$ (valeur maximale pour le bas de l'intervalle) et deux fois la valeur limite NP-CTP (valeur minimale pour le haut de l'intervalle);
- le dépassement de la plage est indiqué de manière visible par l'instrument (par exemple, message d'avertissement ou numéro clignotant);

- l'intervalle de mesure est déclaré par le fabricant de l'instrument NP-CTP et est conforme à l'intervalle minimal défini dans le présent paragraphe. Il est recommandé que la plage d'affichage des instruments NP-CTP soit plus large que la plage de mesure, allant de zéro à au moins cinq fois la valeur limite NP-CTP.

4.3. Résolution du dispositif d'affichage (uniquement pour les indicateurs numériques)

L'instrument devrait garantir que:

- les concentrations de PN affichées en tant que résultats de mesures sont lisibles, claires et présentées sans ambiguïté avec leur unité à l'utilisateur;
- les chiffres affichés ont une hauteur d'au moins 5 mm;
- le dispositif d'affichage assure une résolution minimale de 1000 1/cm³. Si l'INM l'impose, l'accès à une résolution minimale de 100 1/cm³ entre zéro et 50 000 1/cm³ est disponible lors de l'examen de type/de la vérification initiale/des vérifications ultérieures.

4.4. Temps de réponse

L'instrument devrait garantir que:

- Pour la mesure de la concentration de NP, l'instrument NP-CTP, y compris la conduite de prélèvement et le dispositif de préconditionnement de l'échantillon (le cas échéant), indique 95 % de la valeur finale d'un échantillon NP de référence dans les 15 s après passage de l'air filtré HEPA ou de l'air ambiant.
- À titre facultatif, cet essai peut être effectué avec deux concentrations de PN différentes.
- L'instrument NP-CTP peut être équipé d'un dispositif d'enregistrement permettant de vérifier cette exigence.

4.5. Temps de chauffage

L'instrument devrait garantir que:

- l'instrument NP-CTP n'indique pas la concentration de NP mesurée pendant le temps de mise en température;
- après le temps de mise en température, l'instrument NP-CTP satisfait aux exigences métrologiques indiquées dans la présente section.

4.6. Erreur maximale tolérée (EMT)

L'EMT est liée à la valeur de concentration réelle (EMT_{rel}) ou à une valeur de concentration absolue (EMT_{abs}), la plus grande de ces deux valeurs étant retenue.

- Conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.13): EMT_{rel} est égale à 25 % de la concentration réelle mais n'est pas inférieure à EMT_{abs} .
- Conditions assignées de fonctionnement (voir la section 4.13): EMT_{rel} est égale à 50 % de la concentration réelle mais n'est pas inférieure à EMT_{abs} .
- Perturbations (voir la section 4.14): EMT_{rel} est égale à 50 % de la concentration réelle mais n'est pas inférieure à EMT_{abs} .

Il est recommandé qu' EMT_{abs} soit inférieure ou égale à 25 000 1/cm³.

4.7. Prescriptions en matière d'efficacité

Les exigences en matière d'efficacité du comptage sont énumérées ci-dessous:

	Taille des particules ou diamètre moyen géométrique [nm]	Efficacité de comptage:
Exigée	23 ± 5 %	0,2 – 0,6
Facultatif	30 ± 5 %	0,3 – 1,2
Exigée	50 ± 5 %	0,6 – 1,3
Exigée	70 ou 80 ± 5 %	0,7 – 1,3
Facultatif	100 ± 5 %	0,7 – 1,3
Facultatif	200 ± 10 %	0,5 – 3,0

- L'efficacité de comptage est déterminée à l'aide de particules monodisperses dont les tailles sont définies dans la présente section ou de particules polydisperses dont le diamètre moyen géométrique («DMG») défini dans la présente section et l'écart-type géométrique («ETG») inférieur ou égal à 1,6;
- La concentration minimale utilisée pour les essais d'efficacité doit être supérieure à la valeur inférieure de l'intervalle de mesure de l'instrument NP-CTP divisée par l'efficacité de comptage inférieure définie pour chaque taille de particules dans la présente section. Par exemple, pour une valeur inférieure de l'intervalle de mesure 5000 1/cm³, à 23 nm, la concentration des particules mesurées par le système de référence devrait être d'au moins 25 000 1/cm³;
- Les essais d'efficacité de comptage sont réalisés dans des conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.13) avec des particules thermiquement stables et de type suie. Si nécessaire, toute neutralisation et/ou séchage des particules produites a lieu avant le séparateur vers le ou les instruments de référence et d'essai. Dans le cas d'essais de particules monodisperses, la correction pour les particules chargées multiples n'est pas supérieure à 10 % (et est notifiée);
- L'instrument de référence est un électromètre à cavité de Faraday traçable ou un compteur de particules traçable avec une efficacité de comptage > 0,5 à 10 nm (combiné à un dilueur traçable si nécessaire pour les particules polydisperses). L'incertitude élargie du système de référence, y compris le dilueur le cas échéant, est inférieure à 12,5 %, mais de préférence inférieure ou égale à un tiers de l'EMT dans les conditions de fonctionnement de référence;
- Si l'instrument NP-CTP comprend un facteur d'ajustement interne, il doit rester le même (fixe) pour tous les essais décrits dans le présent paragraphe.
- L'ensemble de l'instrument NP-CTP (c'est-à-dire y compris la sonde de prélèvement et, le cas échéant, la conduite de prélèvement) doit satisfaire aux exigences d'efficacité du comptage. À la demande du constructeur, les efficacités de comptage des instruments NP-CTP peuvent être testées séparément dans des conditions représentatives à l'intérieur de l'instrument. Dans ce cas, l'efficacité de l'ensemble de l'instrument NP-CTP (obtenue en multipliant les efficacités de toutes les parties) satisfait aux exigences d'efficacité du comptage.

4.8. Prescriptions en matière de linéarité

Les essais de linéarité devraient garantir que:

- L'ensemble de l'instrument NP-CTP est soumis à des essais de linéarité avec des particules de type suie, thermostables et polydisperses, de DMG 70 ± 10 nm et ETG inférieur ou égal à 1,6;
- L'instrument de référence est un compteur de particules traçable d'une efficacité de comptage > 0,5 à 10 nm. L'instrument de référence peut être accompagné d'un dilueur traçable afin de mesurer les concentrations élevées, mais l'incertitude élargie de l'ensemble du système de référence (dilueur + compteur de particules) reste inférieure à 12,5 %, mais de préférence inférieure ou égale à un tiers de l'EMT dans les conditions de fonctionnement de référence;
- Les essais de linéarité sont effectués avec au moins 9 concentrations différentes dans l'intervalle de mesure et l'EMT dans les conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.6) est respectée.

- Il est recommandé d'inclure, aux concentrations expérimentales, la valeur la plus basse de l'intervalle de mesure, la limite NP-CTP applicable ($\pm 10\%$), deux fois la limite NP-CTP ($\pm 10\%$) et la limite PN-PTI multipliée par 0,2. Au moins une concentration doit se situer entre la limite NP-CTP et la valeur la plus élevée de l'intervalle de mesure, et au moins 3 concentrations doivent être réparties de manière égale entre le point de passage d'EMT_{abs} à EMT_{rel} et la limite NP-CTP.
- Si le dispositif est testé par éléments séparés, le contrôle de linéarité peut être limité au détecteur de particules, mais les efficacités des autres éléments doivent être prises en compte pour le calcul de l'erreur.

Les exigences de linéarité sont résumées ci-dessous:

Emplacement du contrôle	Référence	Nombre minimal de concentrations testées	EMT
INM	Compteur de particules traçable avec dilueur traçable	9	Conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.6):

4.9. Niveau zéro

Le point zéro est testé à l'aide d'un filtre HEPA. Le niveau zéro est le signal moyen de l'instrument NP-CTP avec un filtre HEPA à son entrée sur une période d'au moins 15 s après une période de stabilisation d'au moins 15 s. Le niveau zéro maximal admissible est de 5 000 1/cm³.

4.10. Efficacité de rétention des particules volatiles

L'efficacité de rétention des particules volatiles devrait garantir que le système atteint une efficacité de rétention des particules de tétracontane (C₄₀H₈₂) >95 % avec un diamètre de mobilité électrique de 30 nm \pm 5 % et une concentration comprise entre 10 000 et 30 000 1/cm³. Si nécessaire, la neutralisation des particules de tétracontane a lieu avant le séparateur vers le ou les instruments de référence et d'essai. Il est également possible d'utiliser des particules de tétracontane polydisperses avec un DMG compris entre 30 et 35 nm et une concentration totale comprise entre 50 000 et 150 000 1/cm³. Dans les deux cas (essai avec des particules de tétracontane monodisperses ou polydisperses), le système de référence satisfait aux mêmes exigences que celles décrites à la section 4.8.

Les essais d'efficacité de rétention des particules volatiles avec des particules de tétracontane plus grandes (monodisperses) ou à DMG supérieur (polydisperses) et/ou à des concentrations de tétracontane plus élevées que celles décrites dans la présente section ne peuvent être acceptés que si l'instrument NP-CTP satisfait à l'essai (efficacité rétention > 95 %).

4.11. Stabilité dans le temps ou dérive

Pour l'essai de stabilité, l'instrument NP-CTP est utilisé conformément au mode d'emploi du constructeur. Les essais de stabilité de l'instrument doivent garantir que les mesures effectuées par l'instrument NP-CTP dans des conditions environnementales stables restent dans l'EMT aux conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.6). Aucun ajustage des instruments NP-CTP ne peut être effectué pendant l'essai de stabilité.

Si l'instrument est équipé d'un moyen de compensation de la dérive, tel qu'une remise à zéro automatique ou un ajustage interne automatique, l'activation de ces ajustages ne donne pas d'indication pouvant être confondue avec une mesure d'un gaz externe. Les mesures de stabilité sont effectuées pendant au moins 12 h (pas nécessairement en continu) avec une concentration nominale d'au moins 100 000 1/cm³. La comparaison avec un instrument de référence (mêmes exigences que le système de référence décrit à la section 4.8) est effectuée au moins toutes les heures. Un essai de stabilité accéléré, d'une durée de 3h, à la concentration nominale d'au moins 10 000 000 1/cm³, est autorisé. Dans ce cas, la comparaison avec l'instrument de référence est effectuée toutes les heures, mais avec une concentration nominale de 100 000 1/cm³.

4.12. Répétabilité

L'essai de répétabilité doit garantir que, pour 20 mesurages consécutifs du même échantillon NP de référence effectués par la même personne avec le même instrument à des intervalles de temps relativement rapprochés, l'écart-type expérimental des 20 résultats ne dépasse pas un tiers de l'EMT (conditions de fonctionnement de référence) pour l'échantillon considéré. La répétabilité est testée avec une concentration nominale d'au moins 100 000 1/cm³. Entre deux mesurages consécutifs, le débit d'air filtré par filtre HEPA ou le débit d'air ambiant est fourni à l'instrument NP-CTP.

4.13. Grandeurs d'influence

- Les conditions de fonctionnement de référence sont présentées ci-dessous. L'EMT spécifiée pour les «Conditions d'exploitation de référence» s'applique (voir la section 4.6).

Température ambiante	20 °C ± 2 °C
Humidité relative	50 % ± 20 %
Pression atmosphérique	Conditions stables de pression ambiante (± 10 hPa)
Tension de réseau	Tension nominale: ± 5 %
Fréquence de réseau	Fréquence nominale ± 1 %
Vibrations	Néant/négligeable
Tension de la batterie	Tension nominale de la batterie

- Les prescriptions minimales pour l'essai des conditions assignées de fonctionnement sont présentées ci-dessous. L'EMT spécifiée pour les «Conditions assignées de fonctionnement» s'applique (voir la section 4.6).

Température ambiante (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-3-1)	De + 5 °C (indice de niveau d'essai 2 selon OIML D11) (ou moins si spécifié par le constructeur) à + 40 °C (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11) (ou plus si spécifié par le constructeur). Lorsque les températures internes critiques de l'instrument NP-CTP sont hors plage, l'instrument n'indique pas la valeur mesurée et affiche un avertissement.
--	---

Humidité relative (IEC 60068-2-78, IEC 60068-3-4, IEC 60068-2-30)	Jusqu'à 85 %, pas de condensation (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11) (utilisation à l'intérieur) Jusqu'à 95 %, condensation (en cas d'utilisation à l'extérieur)
Pression atmosphérique	860 hPa à 1 060 hPa
Tension de réseau (IEC 61000-2-1, IEC 61000-4-1)	- 15 % à + 10 % de la tension nominale (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11)
Fréquence de réseau (IEC 61000-2-1, IEC 61000-2-2, IEC 61000-4-1)	± 2 % de la fréquence nominale (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11)
Tension de la batterie du véhicule routier (ISO 16750-2)	Batterie de 12 V: 9 V à 16 V; batterie de 24 V: 16 V à 32 V
Tension de la batterie interne	Basse tension, spécifiée par le fabricant, jusqu'à la tension d'une batterie neuve ou entièrement chargée du type spécifié

4.14. Perturbations

Les défauts significatifs spécifiés dans l'EMT pour les perturbations (voir la section 4.6) ne devraient pas se produire, ou devraient être détectés et mis en évidence au moyen de dispositifs de contrôle pour les perturbations décrites ci-dessous (exigences minimales):

Choc mécanique (IEC 60068-2-31)	Portatif: 1 chute de 1 m sur chaque bord inférieur Transportable: 1 chute de 25 mm sur chaque bord inférieur (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11)
Vibration, pour les instruments portatifs uniquement (IEC 60068-2-47, IEC 60068-2-64, IEC 60068-3-8)	10 Hz à 150 Hz, $1,6 \text{ ms}^{-2}$, $0,05 \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, -3 dB/octave (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11)
Creux de tension, courtes interruptions et variations de la tension en courant alternatif (IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2)	0,5 cycle — réduction à 0 % 1 cycle — réduction à 0 % 25/30 (*) cycles — réduction à 70 % 250/300 (*) cycles — réduction à 0 % (*) Respectivement pour 50 Hz/60 Hz (indice de niveau d'essai 1 selon OIML D11)
Salves (transitoires) sur les alimentations en courant alternatif (IEC	Amplitude 2 kV

61000-4-4)	Taux de répétition 5 kHz (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Salves (transitoires) sur des lignes de signaux, de données et de commande (IEC 61000-4-4)	Amplitude 1 kV Taux de répétition 5 kHz (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Surtensions sur les lignes d'alimentation électriques en courant alternatif (IEC 61000-4-5)	Ligne à ligne 1,0 kV Ligne à terre 2,0 kV (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Surtensions sur des lignes de signaux, de données et de commande (IEC 61000-4-5)	Ligne à ligne 1,0 kV Ligne à terre 2,0 kV (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Décharge électrostatique (IEC 61000-4-2)	Décharge au contact de 6 kV Décharge dans l'air de 8 kV (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques (IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-20)	80 (26*) MHz jusqu'à 6 GHz, 10 V/m (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11) * Pour un équipement soumis à essai, sans aucun câblage pour appliquer l'essai, la limite de la fréquence la plus basse sera de 26 MHz.
Courants conduits induits par des champs radioélectriques (IEC 61000-4-6)	0,15 jusqu'à 80 MHz, 10 V (f.e.m) (indice de niveau d'essai 3 selon OIML D11)
Champs magnétiques à la fréquence du réseau (IEC 61000-4-8)	En continu 100 A/m Courte durée 1000 A/m pour 1 s (indice de niveau d'essai 5 selon OIML D11)
Pour les instruments alimentés par une batterie de véhicule routier:	
Conduction des transitoires électriques le long des lignes d'alimentation	Impulsions 2a, 2b, 3a, 3b, niveau d'essai IV (ISO 7637-2)

Conduction des transitoires électriques le long de lignes autres que les lignes d'alimentation	Impulsions a et b, niveau d'essai IV (ISO 7637-3)
Essai de charge et décharge	Essai B (ISO 16750-2)

5. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

5.1. Construction

L'instrument doit répondre aux spécifications suivantes:

- Toutes les pièces du tuyau d'échappement jusqu'au détecteur de particules, qui sont en contact avec les gaz d'échappement bruts et dilués, sont constituées de matériaux résistants à la corrosion et n'influencent pas la composition de l'échantillon de gaz. Le matériau de la sonde d'échantillonnage résiste à la température des gaz d'échappement.
- L'instrument NP-CTP intègre de bonnes pratiques d'échantillonnage des particules pour réduire au minimum les pertes de particules.
- La sonde d'échantillonnage est conçue de telle sorte qu'elle puisse être introduite sur au moins 0,2 m (au moins 0,05 m en cas de dérogation justifiée) dans le tuyau de sortie du pot d'échappement du véhicule et être maintenue en place de manière sûre par un dispositif de fixation, quelles que soient la profondeur d'insertion et la forme, la taille et l'épaisseur de la paroi du tuyau de sortie. La sonde d'échantillonnage est conçue de manière à faciliter le prélèvement à l'entrée de la sonde sans contact avec la paroi du tuyau de sortie du pot d'échappement;
- L'instrument contient soit un dispositif qui empêche la condensation de l'eau dans les composants d'échantillonnage et de mesure, soit un détecteur qui déclenche une alarme et empêche l'indication d'un résultat de mesure. Par exemple, le chauffage de la conduite d'échantillonnage ou la dilution avec de l'air ambiant à proximité de la sonde d'échantillonnage sont des dispositifs ou des techniques susceptibles d'empêcher la condensation de l'eau.
- Si la technique de mesure nécessite une référence d'ajustage, un moyen simple de fournir un tel échantillon (par exemple, un orifice d'échantillonnage/d'ajustage/de vérification) est disponible avec l'instrument.
- Lorsque l'instrument NP-CTP comprend une unité de dilution, le facteur de dilution reste constant lors d'un mesurage.
- Le dispositif d'amenée des gaz d'échappement est monté de telle sorte que ses vibrations n'affectent pas le mesurage. Il doit pouvoir être mis en route et arrêté par l'utilisateur indépendamment des autres parties de l'instrument. Cependant, aucun mesurage ne doit pouvoir être effectué lorsqu'il est à l'arrêt. Il convient de purger automatiquement le système de circulation des gaz avec l'air ambiant avant de mettre à l'arrêt le dispositif d'amenée des gaz d'échappement.
- L'instrument est équipé d'un dispositif qui indique quand le débit de gaz est inférieur au débit minimal et, par conséquent, quand le débit chute à un niveau qui entraînerait soit un dépassement du temps de réponse, soit un dépassement de l'EMT dans les conditions de fonctionnement de référence (voir 4.f). En outre, et selon la technologie utilisée, le détecteur de particules est équipé de capteurs de température,

de courant, de tension ou de tout autre capteur pertinent, qui surveillent les paramètres critiques pour le fonctionnement de l'instrument NP-CTP afin de rester dans les limites de l'EMT spécifiée dans les présentes lignes directrices.

- Le dispositif de préconditionnement de l'échantillon (le cas échéant) doit être suffisamment étanche à l'air pour que l'influence de l'air de dilution sur les résultats de mesure ne dépasse pas $5\,000\text{ l/cm}^3$.
- L'instrument peut être équipé d'une interface permettant de le relier à tout dispositif périphérique ou autre instrument, pour autant que les fonctions métrologiques du ou des instruments ou leurs données de mesure ne soient pas influencées par les dispositifs périphériques, par d'autres instruments interconnectés ou par des perturbations agissant sur l'interface. Les fonctions exécutées ou amorcées par l'intermédiaire d'une interface satisfont aux exigences et conditions applicables. Si l'instrument est connecté à une imprimante ou à un dispositif externe de stockage de données, la transmission des données de l'instrument vers l'imprimante est conçue de telle manière que les résultats ne puissent pas être falsifiés. Il n'est pas possible d'imprimer un document ou de stocker les données de mesure dans un dispositif externe (à des fins légales) si le(s) dispositif(s) de contrôle de l'instrument détecte(nt) un défaut significatif ou un dysfonctionnement. L'interface de l'instrument NP-CTP est conforme aux exigences des normes OIML D 11 et OIML D 31.
- L'instrument NP-CTP a une fréquence de transmission des données égale ou supérieure à 1 Hz.
- L'instrument est conçu conformément aux bonnes pratiques d'ingénierie afin de garantir la stabilité de l'efficacité du comptage des particules tout au long de l'essai.
- L'instrument NP-CTP ou le dispositif équipé du logiciel pertinent permet l'enregistrement pour la durée définie par la procédure de mesurage décrite à la section 7 et affiche la mesure et le résultat de l'essai conformément à la procédure de mesurage.
- L'instrument NP-CTP ou le dispositif équipé du logiciel pertinent guide l'utilisateur dans les étapes décrites dans la procédure de mesure exposée à la section 7.
- L'instrument NP-CTP ou l'appareil équipé du logiciel pertinent peut aussi, éventuellement, comptabiliser les heures de fonctionnement en mode mesure.

5.2. Exigences pour assurer le bon fonctionnement

- Si les dispositifs automatiques d'autocontrôle détectent une ou plusieurs perturbations, il devrait être possible de vérifier le bon fonctionnement de ces dispositifs.
- L'instrument est contrôlé par un dispositif de contrôle automatique qui fonctionne de telle manière que, avant qu'un résultat de mesure puisse être indiqué ou imprimé, tous les ajustages et tous les autres paramètres du dispositif de contrôle soient confirmés dans leurs valeurs ou états corrects (c'est-à-dire à l'intérieur de certaines limites).
- Les contrôles suivants sont intégrés:
 - (1) l'instrument NP-CTP surveille automatiquement et en permanence les paramètres pertinents qui ont une influence significative sur le principe de mesure utilisé (par exemple, débit volumique de l'échantillon, température du détecteur). En cas d'écarts inadmissibles, aucune valeur mesurée n'est affichée.

Si l'instrument NP-CTP fonctionne avec un fluide, le niveau de ce dernier doit être suffisant pour qu'il soit possible d'effectuer un mesurage;

- (2) essai de mémoire avec vérification claire du logiciel et du fonctionnement des parties constitutives les plus importantes (automatiquement après chaque mise en route, puis au plus tard après chaque changement de jour);
- (3) une procédure d'essai d'air pur ou d'étanchéité pour détecter la fuite spécifique maximale (au moins avec chaque autocontrôle, recommandé avant chaque mesurage). Si la valeur mesurée est supérieure à 5 000 l/cm³, l'instrument ne permet pas à l'utilisateur de poursuivre le mesurage;
- (4) si le principe de mesure l'exige, une procédure de mise à zéro effectuée avec un filtre HEPA à l'entrée de l'instrument NP-CTP (au moins avec chaque autocontrôle, recommandé avant chaque mesurage).

- L'instrument NP-CTP peut éventuellement comporter un contrôle intégré de la mesure dans l'air ambiant ou de la concentration NP élevée, effectué avant la procédure d'essai d'air pur ou d'étanchéité, au cours duquel l'instrument NP-CTP détecte plus de particules qu'une concentration NP prédéfinie.
- Les instruments équipés d'un dispositif d'ajustage automatique ou semi-automatique ne permettent pas à l'utilisateur d'effectuer un mesurage avant achèvement des ajustages corrects.
- Les instruments équipés d'un dispositif d'ajustage semi-automatique ne permettent pas à l'utilisateur d'effectuer un mesurage lorsqu'un ajustage est nécessaire.
- Les dispositifs d'ajustage automatique et semi-automatique peuvent comporter un moyen signalant qu'un ajustage est requis.
- Des dispositifs de scellement efficaces sont prévus sur toutes les parties de l'instrument qui ne sont pas matériellement protégées autrement contre des manipulations susceptibles d'affecter la précision ou l'intégrité de l'instrument. Cela s'applique en particulier: a) aux moyens d'ajustage, b) à l'intégrité du logiciel (voir également les exigences de la norme OIML D 31 niveau de risque normal ou les exigences du guide WELMEC 7.2, classe de risque C).
- Le logiciel juridiquement pertinent d'un point de vue légal est clairement identifié. L'identification est affichée ou imprimée: a) sur activation d'une commande, ou b) pendant le fonctionnement, ou c) au démarrage d'un instrument de mesure qui peut être éteint et rallumé. Toutes les dispositions pertinentes de la norme OIML D 31, niveau de risque normal ou les exigences du guide WELMEC 7.2, classe de risque C, sont applicables.
- Les logiciels sont protégés de manière que la preuve de toute intervention (par exemple, mises à jour logicielles, modifications de paramètres) soit disponible. Toutes les dispositions pertinentes de la norme OIML D 31, niveau de risque normal ou les exigences du guide WELMEC 7.2, classe de risque C, sont applicables.
- Les caractéristiques métrologiques d'un instrument ne sont pas influencées de façon inadmissible par le fait de le connecter à un autre dispositif, par une quelconque caractéristique du dispositif connecté ou par un dispositif à distance qui communique avec l'instrument de mesure (Annexe I de la directive 2014/32/UE).
- Un instrument fonctionnant sur batterie fonctionne correctement avec des batteries neuves ou entièrement chargées du type spécifié et soit continue de fonctionner

correctement, soit n'indique aucune valeur lorsque la tension est inférieure à la valeur spécifiée par le fabricant. Des limites de tension spécifiques pour les batteries de véhicules routiers sont prescrites dans les conditions assignées de fonctionnement (voir la section 4.13).

6. CONTROLES METROLOGIQUES

Les exigences métrologiques sont testées en trois étapes différentes:

- Examen de type
- Vérification primitive
- Vérification ultérieure

6.1. Examen de type

Le contrôle de conformité est effectué pour les exigences métrologiques énoncées à la section 4 et les exigences techniques énoncées à la section 5, appliquées à au moins un instrument NP-CTP, qui représente le type d'instrument définitif. Les essais sont réalisés par un INM.

6.2. Vérification primitive

Pour chaque instrument NP-CTP produit, le fabricant de l'instrument ou un organisme notifié choisi par le fabricant effectue une vérification primitive.

La vérification primitive comprend un essai de linéarité avec des particules polydisperses à répartition monomodale par taille, de DMG 70 ± 20 nm et ETG inférieur ou égal à 2,1. Le contrôle de linéarité est effectué avec 5 échantillons de NP de référence. L'EMT aux conditions de fonctionnement de référence s'applique (voir la section 4.6). La concentration NP de 5 échantillons de référence couvre une fourchette allant du cinquième de la limite NP-CTP jusqu'à deux fois la limite NP-CTP (y compris ces deux concentrations, ± 10 %) et comprend également la limite NP-CTP (± 10 %).

Le système de référence consiste en un compteur de particules traçable dont l'efficacité de comptage à 23 nm est supérieure ou égale à 0,5 ou qui satisfait à la section 4.7. Le compteur de particules peut être accompagné d'un dilueur traçable. L'incertitude élargie de l'ensemble du système de référence reste inférieure à 12,5 %, mais de préférence inférieure ou égale à un tiers de l'EMT dans les conditions d'exploitation de référence.

Le matériau utilisé pour la vérification primitive est thermiquement stable et de type suie. D'autres matériaux (par exemple, des particules de sel) peuvent être utilisés.

L'ensemble de la configuration expérimentale utilisée pour la vérification primitive (générateur de particules, instrument NP-CTP et système de référence) est testé par l'INM responsable (de préférence lors de l'examen de type de l'instrument NP-CTP) et un facteur de correction de la configuration de l'essai d'examen de type de l'INM est déterminé. Le facteur de correction de la configuration tient compte des différences entre l'examen de type et les essais de vérification primitive qui résultent, par exemple, du matériau des particules et de la répartition granulométrique, ainsi que des différents instruments de référence. Le facteur de correction de la configuration doit être constant sur la plage de concentration susmentionnée (coefficient de variation inférieur à 10 %) et il est recommandé qu'il se situe dans une fourchette de 0,65 à 1,5. Lorsque le système de référence ou le générateur de particules change, la configuration expérimentale de la vérification primitive est à nouveau testée par l'INM responsable.

Les exigences de linéarité de la vérification primitive sont résumées ci-dessous:

Lieu du contrôle	Instrument de référence	Nombre minimal de concentrations	EMT
Fabricant ou organisme notifié choisi par le fabricant	Compteur de particules traçable (éventuellement avec dilueur traçable)	5	Conditions de fonctionnement de référence (voir la section 4.6):

Les essais supplémentaires effectués lors de la vérification primitive comprennent:

- un examen visuel pour déterminer la conformité avec le type d'instrument NP-CTP approuvé,
- un contrôle de la tension et de la fréquence d'alimentation sur le lieu d'utilisation afin de vérifier la conformité avec les spécifications figurant sur l'étiquette de l'instrument de mesure,
- un essai d'étanchéité ou d'air pur (comme décrit dans les instructions d'utilisation),
- un essai de niveau zéro (tel que décrit à la section 4.9) s'il diffère de l'essai d'étanchéité ou d'air pur,
- un contrôle à faible débit de gaz en limitant le débit de gaz fourni à la sonde d'échantillonnage,
- un contrôle du temps de réponse.

À titre facultatif, des essais de concentration NP élevée, d'efficacité de comptage et de répétabilité peuvent être effectués.

6.3. Vérification ultérieure

La vérification ultérieure de l'exactitude de l'instrument NP-CTP doit avoir lieu chaque fois que le fabricant de l'instrument l'exige, mais au plus tard un an après la dernière vérification. La vérification ultérieure consiste en un essai effectué à 3 concentrations différentes avec des particules polydisperses à répartition monomodale par taille, de DMG 70 ± 20 nm et ETG inférieur ou égal à 2,1. L'EMT aux conditions assignées de fonctionnement s'applique. Les concentrations utilisées pour l'essai sont d'un cinquième de la limite NP-CTP, de la limite NP-CTP et du double de la limite NP-CTP (concentrations inférieures à 20 %).

L'essai de vérification ultérieure peut être effectué soit i) dans les locaux du fabricant ou d'un organisme notifié choisi par le fabricant, soit ii) sur le lieu d'utilisation de l'instrument NP-CTP.

Lorsque la vérification ultérieure est effectuée dans les locaux du fabricant ou d'un organisme notifié choisi par le fabricant utilisant la même configuration approuvée que pour la vérification primitive, le même facteur de correction s'applique.

Lorsque la vérification ultérieure est effectuée sur le lieu d'utilisation de l'instrument NP-CTP, la configuration portable comprend un générateur de particules portatif et un système de référence portatif (compteur de particules traçable et éventuellement dilueur traçable).

La distribution granulométrique produite par le générateur de particules portatif doit satisfaire aux exigences de DMG et d'ETG définies à la section 6.2 pour un total d'au moins 3 heures

réparties sur 3 jours différents, dans les mêmes conditions que celles qui seront utilisées sur le terrain. Cet essai doit être répété au moins une fois par an.

Le système de référence portatif satisfait aux mêmes exigences que les systèmes de référence utilisés pour les essais de linéarité de la vérification primitive (voir section 6.2), mais son incertitude élargie, dans les conditions assignées de fonctionnement, reste inférieure à 20 % et, de préférence, inférieure ou égale à un tiers de l'EMT dans les conditions assignées de fonctionnement.

L'ensemble de la configuration expérimentale portable utilisée pour la vérification ultérieure (générateur de particules portatif, instrument NP-CTP et système de référence) est testée par l'INM responsable et un facteur de correction de la configuration de l'essai d'examen de type de l'INM est déterminé. Le facteur de correction de la configuration tient compte des différences entre l'examen de type et les essais de vérification ultérieure qui résultent, par exemple, du matériau des particules et de la répartition granulométrique, ainsi que des différents instruments de référence. Le facteur de correction de la configuration doit être constant sur la plage de concentration de l'essai de vérification ultérieure (coefficient de variation inférieur à 10 %) et il est recommandé qu'il se situe dans une fourchette de 0,65 à 1,5. Lorsque le système de référence portatif ou le générateur de particules portatif change, une nouvelle réception par l'INM est requise.

Les exigences de linéarité de la vérification ultérieure sont résumées ci-dessous:

Lieu du contrôle	Instrument de référence	Nombre minimal de concentrations	EMT
Locaux du fabricant ou de l'organisme notifié ou sur le terrain	Compteur de particules traçable (éventuellement avec dilueur traçable)	3	Conditions assignées de fonctionnement (voir la section 4.6)

Les essais supplémentaires effectués lors de la vérification ultérieure comprennent:

- un examen visuel pour déterminer la validité de la vérification précédente et la présence de tous les cachets, scellés et documents requis,
- un essai d'étanchéité ou d'air pur (comme décrit dans les instructions d'utilisation),
- un essai de niveau zéro (tel que décrit à la section 4.9) s'il diffère de l'essai d'étanchéité ou d'air pur,
- un contrôle à faible débit de gaz en limitant le débit de gaz fourni à la sonde d'échantillonnage,
- un contrôle du temps de réponse,
- un essai de concentration NP élevée (facultatif).

7. PROCEDURE DE MESURE

L'essai de concentration NP est appliqué aux véhicules décrits à la section 1 et détermine les particules par centimètre cube dans les gaz d'échappement d'un véhicule à l'arrêt, moteur tournant au ralenti. L'essai n'est pas effectué pendant la régénération du filtre à particules diesel du véhicule.

Préparation du véhicule

Au début de l'essai, le véhicule doit être:

- Moteur à chaud, c'est-à-dire que la température du liquide de refroidissement doit dépasser 60°C, mais de préférence 70°C
- Conditionné, en faisant tourner le moteur un certain temps au ralenti et/ou en effectuant des accélérations à l'arrêt jusqu'à un régime moteur maximal de 2 000 tr/min ou en conduisant le véhicule. Le conditionnement est effectué de manière à ce que l'efficacité du filtre à particules diesel ne soit pas influencée par une régénération récente. La durée du conditionnement est la période pendant laquelle le moteur est allumé, y compris les phases préalables à l'essai (par exemple, la phase de stabilisation). La durée de conditionnement totale recommandée est de 300 s.

Un essai rapide peut être réussi à une température du liquide de refroidissement du moteur <60°C. Toutefois, si le véhicule ne réussit pas l'essai, celui-ci est répété et le véhicule doit satisfaire aux prescriptions relatives à la température du liquide de refroidissement du moteur et au conditionnement.

Préparation de l'instrument NP-CTP

- L'instrument NP-CTP est allumé pendant au moins le temps de mise en température indiqué par le fabricant.
- Les dispositifs de contrôle de l'instrument définis à la section 5 surveillent le bon fonctionnement de l'instrument au cours de son fonctionnement et déclenchent l'apparition d'un avertissement ou d'un message en cas de dysfonctionnement.

Avant chaque essai, le bon état du système d'échantillonnage est vérifié. Cette vérification comprend une détection des dommages au conduit et à la sonde d'échantillonnage.

Méthode d'essai

- Avant le début d'une mesure, les données suivantes sont enregistrées:
 - (b) le numéro d'immatriculation du véhicule,
 - (c) le numéro d'identification du véhicule;
 - (d) le niveau d'émissions réceptionné par type (norme d'émission Euro);
- Le logiciel du compteur de particules guide automatiquement l'opérateur de l'instrument tout au long de la procédure d'essai;
- La sonde est insérée d'au moins 0,20 m dans la sortie du système d'échappement. En cas d'exemption justifiée lorsque l'échantillonnage à cette profondeur n'est pas possible, la sonde est insérée d'au moins 0,05 m. La sonde d'échantillonnage ne touche pas les parois du tuyau d'échappement;
- Si le système d'échappement comporte plus d'une sortie, l'essai est effectué sur chacune d'elles et la limite NP-CTP correspondante est respectée lors de tous les essais. Dans ce cas, la concentration NP la plus élevée mesurée à différentes sorties du système d'échappement est considérée comme la concentration NP du véhicule;
- Le moteur du véhicule tourne au ralenti. Si le moteur du véhicule n'est pas allumé dans des conditions statiques, le système de démarrage/arrêt est désactivé par l'opérateur chargé de l'essai. Pour les véhicules hybrides et hybrides rechargeables, le moteur thermique doit être allumé (par exemple, en allumant le système de

climatisation pour les hybrides ou en sélectionnant le mode de recharge des batteries pour les hybrides rechargeables);

- Après l'introduction de la sonde dans le tuyau d'échappement, les étapes suivantes sont suivies pour l'essai NP-CTP:
- (e) Une période de stabilisation d'au moins 15 secondes, le moteur tournant au ralenti. À titre facultatif, avant la période de stabilisation, 2 à 3 accélérations jusqu'à un régime moteur maximal de 2 000 tr/min,
- (f) Après la période de stabilisation, la concentration NP dans les émissions est mesurée. La durée de l'essai est d'au moins 15 s (durée totale de la mesure). Le résultat de l'essai est la concentration NP moyenne de la durée de mesure. Si la concentration NP mesurée est supérieure à deux fois la limite NP-CTP, la mesure peut s'arrêter immédiatement avant l'écoulement des 15 secondes et le résultat de l'essai est consigné.

À l'issue de la procédure d'essai, l'instrument NP-CTP consigne (et stocke ou imprime) la concentration PN moyenne du véhicule ainsi qu'une mention «PASS» (*réussite*) ou «FAIL» (*échec*).

- Si le résultat de l'essai est inférieur ou égal à la limite NP-CTP, l'instrument affiche le message «PASS» et l'essai est réussi.
- Si le résultat de l'essai est supérieur à la limite NP-CTP, l'instrument affiche le message «FAIL» et l'essai n'est pas réussi.

8. LIMITE NP-CTP

Les véhicules soumis à l'essai de concentration NP décrit à la section 1 doivent respecter la limite NP-CTP de 250 000 (1/cm³) après avoir été soumis à un essai au moyen d'un instrument NP-CTP satisfaisant aux prescriptions énoncées dans les présentes lignes directrices et suivant la procédure de mesure décrite à la section 7.

Ces lignes directrices peuvent s'appliquer à une limite NP-CTP unique de 250 000 (1/cm³) à 1 000 000 (1/cm³).

9. LISTE DES SOURCES

Normes ISO

ISO 16750-2 Ed. 4.0 (2012), Véhicules routiers — Spécifications d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique — Partie 2: Contraintes électriques

ISO 7637-2 (2011) Véhicules routiers — Perturbations électriques par conduction et par couplage — Partie 2: Perturbations électriques transitoires par conduction uniquement le long des lignes d'alimentation

ISO 7637-3 (2007) Véhicules routiers — Perturbations électriques par conduction et par couplage — Partie 3: Voitures particulières et véhicules utilitaires légers à tension nominale de 12 V et véhicules utilitaires à tension nominale de 24 V — Transmission des perturbations électriques par couplage capacitif ou inductif le long des lignes autres que les lignes d'alimentation

Normes IEC

IEC 60068-2-1 Ed. 6.0 (2007-03), *Essais d'environnement* – Partie 2-1: *Essais* – Essai A: *Froid*

IEC 60068-2-2 Ed. 5.0 (2007-07), *Essais d'environnement* – Partie 2-2: *Essais* – Essai B: *Chaleur sèche*

IEC 60068-3-1 Ed. 2.0 (2011-08), *Essais d'environnement* – Partie 3-1: *Documentation d'accompagnement et guide* – Essais de froid et de chaleur sèche

IEC 60068-2-78 Ed. 2.0 (2012-10), *Essais d'environnement* – Partie 2-78: *Essais* – Essai Cab: *Chaleur humide, essai continu*

IEC 60068-2-30 Ed. 3.0 (2005-08), *Essais d'environnement* – Partie 2-30: *Essais* – Essai Db: *Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-3-4 Ed. 1.0 (2001-08), *Essais d'environnement* – Partie 3-4: *Documentation d'accompagnement et guide* — Essais de chaleur humide

IEC 61000-2-1 Ed. 1.0 (1990-05), *Compatibilité électromagnétique (CEM)* — Partie 2: *Environnement* — Section 1: *Description de l'environnement* — Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation

IEC 61000-4-1 Ed. 3.0 (2006-10), *Publication fondamentale en CEM – Compatibilité électromagnétique (CEM)* – Partie 4-1: *Techniques d'essai et de mesure – Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4*

IEC 61000-2-2 Ed. 1.0 (1990-05), *Compatibilité électromagnétique (CEM)* — Partie 2: *Environnement* — Section 2: *Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension.*

IEC 60068-2-31 Ed. 2.0 (2008-05), *Essais d'environnement* – Partie 2-31: *Essais* – Essai Ec: *Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-47 Ed. 3.0 (2005-4), *Essais d'environnement* – Partie 2-47: *Essais* – *Fixation de spécimens pour essais de vibrations, d'impacts et autres essais dynamiques*

IEC 60068-2-64 Ed. 2.0 (2008-04), *Essais d'environnement* – Partie 2-64: *Essais* – Essai Fh: *Vibrations aléatoires à large bande et guide*

IEC 60068-3-4 Ed. 1.0 (2003-08), *Essais d'environnement* – Partie 3-8: *Documentation d'accompagnement et lignes directrices* – *Sélection d'essais de vibrations*

IEC 61000-4-11 Ed. 2.0 (2004-03), *Publication fondamentale en CEM* – Partie 4-11: *Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-6-1 Ed. 2.0 (2005-3), *Publication fondamentale en CEM* – Partie 6-1: *Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-2 Ed. 2.0 (2005-01), *Publication fondamentale en CEM* – Partie 6-2: *Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

IEC 61000-4-4 Ed. 3.0 (2012-04), *Publication fondamentale en CEM* – Partie 4-4: *Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5 Ed. 2.0 (2005-11), *correction 1 par Ed. 2.0 (2009-10) Publication fondamentale en CEM* – Partie 4-5: *Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-2 Ed. 2.0 (2008-12), Publication fondamentale en CEM – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques

IEC 61000-4-3 Ed. 3.2 (2010-04), Publication fondamentale en CEM – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

IEC 61000-4-20 Ed. 2.0 (2010-08), Publication fondamentale en CEM – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde TEM

IEC 61000-4-6 Ed. 4.0 (2013-10), Publication fondamentale en CEM – Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

IEC 61000-4-8 Ed. 2.0 (2009-09), Publication fondamentale en CEM – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau

Normes européennes

En 1822-1: 2019-10, Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA) - Partie 1 : Classification, essais de performance et marquage

Publications de l'OIML

OIML R 99-1 &2 (2008) Instruments de mesure des gaz d'échappement des véhicules

OIML V 2-200 (2012) Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)

OIML D 11 (2013) Exigences générales pour les instruments de mesure — Conditions environnementales