

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2017/655 DE LA COMMISSION**du 19 décembre 2016****complétant le règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la surveillance des émissions de gaz polluants des moteurs à combustion interne en service installés sur des engins mobiles non routiers****(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)**

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne,

vu le règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 relatif aux exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes et la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers, modifiant les règlements (UE) n° 1024/2012 et (UE) n° 167/2013 et modifiant et abrogeant la directive 97/68/CE ⁽¹⁾, et notamment son article 19, paragraphe 2,

considérant ce qui suit:

- (1) L'article 19 du règlement (UE) 2016/1628 prévoit que la surveillance des émissions de gaz polluants est assurée par la réalisation d'essais sur les moteurs en service installés sur les engins mobiles non routiers et exploités sur leur cycle de fonctionnement normal.
- (2) Pour que la surveillance prévue à l'article 19 puisse avoir lieu, il est nécessaire d'adopter des modalités détaillées concernant la sélection des moteurs, les procédures d'essai et les rapports sur les résultats.
- (3) Afin de réduire la charge administrative pesant sur les constructeurs de petites séries et les constructeurs qui produisent un nombre limité de types ou de familles de moteurs, il y a lieu de limiter le nombre de moteurs soumis à des essais de surveillance en service par ces constructeurs.
- (4) Par souci de cohérence dans l'application du présent règlement, il n'y a pas lieu que le constructeur soit tenu présenter des résultats d'essais de surveillance en service s'il peut démontrer que les moteurs n'ont pas été installés sur des engins mobiles non routiers ou qu'il n'a pas été en mesure d'obtenir l'accès à un moteur installé dans une application afin de réaliser des essais.
- (5) Dans le but de mieux harmoniser les procédures de surveillance en service applicables aux engins mobiles non routiers avec d'autres actes législatifs de l'UE et avec les normes internationales, il convient que ces procédures soient alignées sur l'essai de conformité en service pour véhicules utilitaires lourds (EURO VI) et sur les exigences du règlement n° 96 de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe,

A ADOPTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT:

*Article premier***Objet**

Le présent règlement établit des modalités détaillées pour la sélection de moteurs, les procédures d'essai et la communication des résultats en ce qui concerne la surveillance des émissions de gaz polluants des moteurs à combustion interne en service installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide de systèmes portables de mesures des émissions.

⁽¹⁾ JO L 252 du 16.9.2016, p. 53.

*Article 2***Champ d'application**

1. Le présent règlement s'applique à la surveillance des émissions de gaz polluants des catégories suivantes de moteurs en service de phase V installés sur des engins mobiles non routiers:

- a) NRE-v-5;
- b) NRE-v-6.

2. Le présent règlement s'applique au constructeur des moteurs.

Le présent règlement ne s'applique pas au fabricant d'équipements d'origine.

3. Le présent règlement ne s'applique pas lorsque le constructeur démontre à l'autorité compétente en matière de réception qu'il n'a pas été en mesure d'obtenir l'accès à un moteur installé sur un engin mobile non routier aux fins de la surveillance en service.

*Article 3***Procédures et prescriptions relatives à la surveillance des émissions des moteurs en service**

Les émissions de gaz polluants des moteurs en service visés à l'article 19, paragraphe 1, du règlement (UE) 2016/1628 sont surveillées conformément à l'annexe du présent règlement.

*Article 4***Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne*.

Le présent règlement est obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable dans tout État membre.

Fait à Bruxelles, le 19 décembre 2016.

Par la Commission
Le président
Jean-Claude JUNCKER

ANNEXE

1. Exigences générales pour la surveillance en service

1.1. Aux fins de la présente annexe, on entend par «catégorie d'engins mobiles non routiers» un groupement d'engins mobiles non routiers qui remplissent les mêmes fonctions génériques.

1.2. Le constructeur est tenu d'obtenir l'accès à des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers dans le but d'effectuer des essais de surveillance en service.

Lorsqu'il effectue l'essai de surveillance en service, le constructeur est tenu d'exécuter le prélèvement des données d'émissions, la mesure des paramètres d'échappement et l'enregistrement des données d'un moteur en service installé sur un engin mobile non routier exploité sur ses cycles de fonctionnement normal jusqu'à ce que la durée d'essai minimale définie au point 2 de l'appendice 2 soit atteinte.

1.3. Les moteurs soumis à la surveillance en service doivent:

- a) être installés dans l'une des catégories les plus représentatives d'engins mobiles non routiers pour le type de moteurs sélectionné ou, le cas échéant, la famille de moteurs sélectionnée;
- b) être mis sur le marché de l'Union;
- c) être accompagnés d'un dossier d'entretien montrant qu'ils sont entretenus correctement et révisés conformément aux recommandations du constructeur;
- d) être exempts de tout signe indiquant une utilisation incorrecte (par exemple une surcharge ou une erreur de carburant) ou d'autres facteurs (par exemple des manipulations) susceptibles d'affecter la performance en matière d'émissions de gaz polluants;
- e) être conformes aux documents de réception UE par type en ce qui concerne les composants du ou des systèmes de maîtrise des émissions qui sont installés sur le moteur et sur l'engin mobile non routier.

1.4. Les moteurs suivants sont à considérer comme étant non admissibles à l'essai de surveillance en service, de sorte qu'un autre moteur doit être sélectionné:

- a) moteurs dépourvus d'interface de communication permettant de recueillir les données requises de l'unité de commande électronique (UCE) telles qu'elles sont spécifiées à l'appendice 7;
- b) moteurs pourvus d'une UCE dont les données sont manquantes ou dont le protocole de données ne permet pas d'identifier et de valider clairement les signaux nécessaires.

1.5. Les moteurs pour lesquels la collecte des données de l'UCE influence les émissions de gaz polluants de l'engin mobile non routier ou la performance en la matière doivent être considérés comme non admissibles à l'essai de surveillance en service. Nonobstant les exigences de l'article 39 du règlement (UE) 2016/1628, un autre moteur ne doit être sélectionné que si le constructeur peut prouver concrètement à l'autorité compétente en matière de réception l'absence de toute stratégie d'invalidation.

2. Plan de surveillance des moteurs en service

2.1. Le constructeur est tenu de soumettre le plan initial pour la surveillance des moteurs en service à l'autorité compétente en matière de réception qui a réceptionné un type de moteurs ou, le cas échéant, une famille de moteurs, dans le mois suivant le lancement de la production du type de moteurs réceptionné ou de la famille de moteurs réceptionnée.

2.2. Le plan initial doit inclure les critères et les raisons ayant conduit à sélectionner:

- a) les familles de moteurs ou types de moteurs et la ou les catégories d'engins mobiles non routiers figurant dans le plan;
- b) la liste des moteurs et engins mobiles non routiers particuliers sélectionnés pour l'essai de surveillance en service, s'ils sont déjà identifiés;
- c) le programme d'essais choisi.

2.3. Les constructeurs doivent soumettre à l'autorité compétente en matière de réception un plan actualisé pour le contrôle des moteurs en service chaque fois que la liste des moteurs et engins mobiles non routiers particuliers est complétée ou révisée. Le plan actualisé doit comprendre une justification des critères utilisés pour la sélection et les raisons pour lesquelles la liste précédente a été révisée, le cas échéant.

- 2.4. L'autorité compétente en matière de réception doit approuver le plan initial et les plans actualisés ultérieurement, ou demander que les modifications nécessaires soient apportées dans les deux mois de leur soumission, et veiller à ce que le plan final couvre la plus grande diversité possible de types de moteurs et catégories d'engins mobiles non routiers.
- 2.5. Tout plan de surveillance initial ou actualisé doit être approuvé par l'autorité compétente en matière de réception avant le début des essais portant sur les moteurs et engins mobiles non routiers qui y figurent.
- 2.6. Programme d'essais
- Le constructeur choisit parmi les programmes d'essais mentionnés ci-après pour la surveillance en service.
- 2.6.1. Programme d'essai fondé sur la période de durabilité des caractéristiques d'émission (EDP)
- 2.6.1.1. Essai portant sur neuf moteurs dont la durée de service cumulée est inférieure à 30 % de l'EDP. Les résultats des essais doivent être présentés à l'autorité compétente en matière de réception le 31 décembre 2022 au plus tard.
- 2.6.1.2. Essai portant sur neuf moteurs dont la durée de service cumulée est supérieure à 70 % de l'EDP. Les résultats des essais doivent être présentés à l'autorité compétente en matière de réception le 31 décembre 2024 au plus tard.
- 2.6.1.3. Si le constructeur ne peut satisfaire à l'exigence visée au point 2.6.1 en raison de l'indisponibilité de moteurs présentant les caractéristiques requises concernant la durée de service cumulée, l'autorité compétente en matière de réception ne peut s'opposer à ce qu'il opte pour le programme d'essai fondé sur une période de quatre ans défini au point 2.6.2. Les moteurs déjà testés conformément au point 2.6.1 restent valables en vertu du point 2.6.2.
- 2.6.2. Programme d'essais fondé sur une période de quatre ans
- Essai portant sur neuf moteurs par an pendant quatre années consécutives. Les rapports d'essai doivent être présentés chaque année à l'autorité compétente en matière de réception.
- 2.6.2.1. Les résultats des essais réalisés sur les neuf premiers moteurs doivent être présentés douze mois après l'installation du premier moteur sur un engin mobile non routier, et au plus tard 18 mois après le début de la production du type de moteurs réceptionné ou de la famille de moteurs réceptionnée.
- 2.6.2.2. Si le constructeur prouve à l'autorité compétente en matière de réception qu'aucun moteur n'a été installé sur un engin mobile non routier 18 mois après le début de la production, les résultats des essais sont présentés après l'installation du premier moteur, à une date convenue avec l'autorité compétente en matière de réception.
- 2.6.2.3. Constructeurs de petites séries
- Le nombre de moteurs testés doit être adapté dans le cas des constructeurs de petites séries
- les constructeurs dont la production se limite à deux familles de moteurs doivent présenter des résultats d'essais pour six moteurs par an;
 - les constructeurs dont la production excède 250 moteurs d'une seule famille par an doivent présenter des résultats d'essais pour trois moteurs par an;
 - les constructeurs dont la production est comprise entre 125 et 250 moteurs d'une seule famille par an doivent présenter des résultats d'essais pour deux moteurs par an;
 - les constructeurs dont la production est inférieure à 125 moteurs d'une seule famille par an doivent présenter des résultats d'essais pour un seul moteur par an.
- L'autorité compétente en matière de réception doit vérifier les quantités produites déclarées.
- 2.6.3. Le constructeur peut réaliser plus d'essais que ceux prévus par les programmes d'essais prévus aux points 2.6.1 et 2.6.2.
- 2.6.4. L'exécution d'essais multiples sur le même moteur dans le but de fournir des données pour les durées consécutives de service cumulées conformément aux points 2.6.1 et 2.6.2 est autorisée, mais non obligatoire.

3. Conditions d'essai

L'essai de surveillance en service doit refléter les performances du moteur lorsque celui-ci est installé sur un engin mobile non routier, en conditions réelles de fonctionnement, et exploité par son opérateur professionnel habituel.

3.1. Opérateur

3.1.1. L'opérateur d'engin mobile non routier effectuant l'essai de surveillance en service peut être différent de l'opérateur professionnel habituel s'il prouve à l'autorité compétente en matière de réception qu'il dispose de compétences suffisantes et qu'il est dûment formé.

3.1.2. Le constructeur doit fournir à l'autorité compétente en matière de réception des explications détaillées concernant les compétences et la formation de l'opérateur habituel et prouver que l'opérateur sélectionné est apte à mener l'essai de surveillance en service.

3.2. Fonctionnement de l'engin mobile non routier

3.2.1. L'essai doit être exécuté lors du fonctionnement total (ou partiel) en conditions réelles de l'engin mobile non routier.

3.2.2. Lorsque le constructeur prouve à l'autorité compétente en matière de réception qu'il n'est pas possible de respecter le point 3.2.1, le cycle de fonctionnement d'essai doit représenter, dans la mesure du possible, les conditions réelles de fonctionnement de l'engin mobile non routier.

3.2.2.1. Le cycle de fonctionnement d'essai représentatif doit être déterminé par le constructeur en accord avec l'autorité compétente en matière de réception.

3.2.3. Qu'il soit exécuté dans les conditions réelles de fonctionnement de l'engin mobile non routier ou conformément à un cycle de fonctionnement d'essai représentatif, l'essai:

- a) doit évaluer le fonctionnement en conditions réelles de la majorité de la population en service de la ou des catégories sélectionnées d'engins mobiles non routiers;
- b) ne peut inclure une quantité disproportionnée d'activités exécutées au ralenti;
- c) doit comprendre une activité de charge suffisante pour atteindre la durée d'essai minimale visée au point 2 de l'appendice 2.

3.3. Conditions ambiantes

L'essai doit être exécuté dans des conditions ambiantes répondant aux exigences suivantes:

3.3.1. la pression atmosphérique doit être égale ou supérieure à 82,5 kPa;

3.3.2. la température doit être égale ou supérieure à 266 K (- 7 °C) et égale ou inférieure à la température déterminée par l'équation suivante à la pression atmosphérique spécifiée:

$$T = - 0,4514 * (101,3 - pb) + 311$$

où

— T désigne la température ambiante de l'air, exprimée en K,

— pb désigne la pression atmosphérique, exprimée en kPa.

3.4. Huile lubrifiante, carburant et réactif

L'huile lubrifiante, le carburant et le réactif (pour les systèmes de post-traitement des gaz d'échappement qui utilisent un réactif en vue de réduire les émissions de gaz polluants) doivent être conformes aux spécifications du constructeur.

3.4.1. Le carburant doit être un carburant commercial ou un carburant de référence tel que visé à l'annexe V du règlement (UE) 2017/654.

3.4.2. Afin de prouver la conformité avec le point 3.4, le constructeur doit prélever des échantillons et les conserver pendant douze mois ou pendant une durée inférieure si l'autorité compétence en matière de réception l'accepte.

3.4.3. Les échantillons de réactif ne doivent pas être gelés.

3.5. Séquence de fonctionnement

La séquence de fonctionnement est la durée écoulée de fonctionnement ininterrompu d'un engin mobile non routier et de prélèvement continu des données lors d'un essai de surveillance en service.

L'essai de surveillance en service doit être exécuté au cours d'une seule séquence de fonctionnement, sauf s'il est fait usage de la méthode de prélèvement combiné des données prévue au point 4.2, qui combine plusieurs séquences de fonctionnement en un seul et même essai de surveillance en service.

4. Méthodes de prélèvement des données

4.1. Prélèvement continu des données

Le prélèvement continu des données doit être utilisé lorsqu'une seule et même séquence de fonctionnement est égale ou supérieure à la durée d'essai minimale prévue au point 2 de l'appendice 2.

4.1.1. Trois minutes de données au maximum peuvent être exclues en raison d'un ou de plusieurs épisodes de perte temporaire de signal.

4.2. Prélèvement combiné des données

À titre d'alternative au point 4.1, le prélèvement des données peut être obtenu en combinant les résultats de plusieurs séquences de fonctionnement.

4.2.1. Le prélèvement combiné des données n'est utilisé que lorsque les conditions de l'essai ne permettent pas d'atteindre la durée minimale d'essai fixée au point 2 de l'appendice 2 avec une seule séquence de fonctionnement malgré les efforts menés dans ce sens, ou lorsque la ou les catégories d'engins mobiles non routiers sélectionnées pour les essais sont utilisées dans des activités de fonctionnement multiples avec différents cycles de fonctionnement pertinents.

4.2.2. Les exigences supplémentaires suivantes doivent être remplies lors du recours au prélèvement combiné de données:

- a) les différentes séquences de fonctionnement doivent être obtenues en utilisant le même engin mobile non routier et le même moteur;
- b) le prélèvement combiné de données doit porter sur trois séquences de fonctionnement au maximum;
- c) chaque séquence de fonctionnement du prélèvement combiné de données doit inclure au moins un travail en cycle en régimes transitoires pour engins non routiers (NRTC);
- d) les séquences de fonctionnement lors du prélèvement combiné de données doivent être obtenues et regroupées par ordre chronologique;
- e) l'analyse des données doit s'appliquer à l'ensemble du prélèvement combiné de données;
- f) la durée écoulée entre la première séquence de fonctionnement et la dernière ne peut excéder 72 heures;
- g) le prélèvement combiné de données ne doit pas être utilisé en cas de survenue d'un dysfonctionnement moteur, tel que défini au point 8 de l'appendice 2.

5. Flux de données de l'UCE

5.1. L'UCE doit fournir aux instruments de mesure ou à l'enregistreur de données du PEMS des informations sur le flux de données conformément aux exigences énoncées à l'appendice 7.

5.2. Conformité des informations

5.2.1. La conformité de tous les signaux transmis par l'UCE avec le tableau 1 de l'appendice 7 doit être vérifiée par l'autorité compétente en matière de réception et doit satisfaire aux prescriptions énoncées au point 5 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 de la Commission ⁽¹⁾ relatif aux prescriptions techniques et générales.

⁽¹⁾ Règlement délégué (UE) 2017/654 de la Commission du 19 décembre 2016 complétant le règlement (UE) 2016/1628 du Parlement et du Conseil en ce qui concerne les prescriptions techniques et générales relatives aux limites d'émissions et à la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers (voir page 1 du présent Journal officiel).

- 5.2.2. Les constructeurs doivent contrôler, conformément à la méthode présentée à l'appendice 6, la conformité du signal de couple de l'UCE lors de la surveillance en service des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS.

6. Procédures d'essai, prétraitement et validation des données

- 6.1. Les essais de surveillance en service doivent être effectués à l'aide d'un système portable de mesure des émissions (PEMS) conformément à l'appendice 1.
- 6.2. Les constructeurs doivent respecter la procédure d'essai décrite à l'appendice 2 pour la surveillance en service des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS.
- 6.3. Les constructeurs doivent suivre les procédures décrites à l'appendice 3 pour le prétraitement des données obtenues lors de la surveillance en service des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS.
- 6.4. Les constructeurs doivent appliquer les procédures décrites à l'appendice 4 pour la détermination des événements valides lors d'un essai de surveillance en service des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS.

7. Disponibilité des données d'essai

Aucune donnée d'un essai ne peut être modifiée ou supprimée. La série complète des données prélevées doit être conservée pendant au moins dix ans par le constructeur et mise, sur demande, à la disposition de l'autorité compétente en matière de réception et de la Commission.

8. Calculs

Les constructeurs doivent respecter les procédures décrites à l'appendice 5 en ce qui concerne les calculs des émissions de gaz polluants pour la surveillance en service de moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS.

9. Essai de confirmation

- 9.1. Les autorités compétentes en matière de réception peuvent exécuter un essai de surveillance en service de confirmation afin de disposer de mesures de surveillance en service indépendantes.
- 9.2. L'essai de confirmation doit être exécuté sur le type de moteurs/la famille de moteurs et la ou les catégories d'engins mobiles non routiers qui sont spécifiés au point 2; un moteur particulier installé sur un engin mobile non routier pertinent doit être testé conformément aux exigences énoncées dans le présent règlement.

10. Procédures relatives à l'établissement de rapports

- 10.1. Les autorités compétentes en matière de réception doivent rédiger un rapport d'essai concernant la surveillance en service des moteurs installés sur des engins mobiles non routiers à l'aide d'un PEMS pour chaque moteur testé. Le rapport d'essai doit présenter les activités et les résultats de la surveillance en service et comprendre au moins les informations requises aux points 1 à 11 de l'appendice 8.
- 10.2. Données mesurées instantanées et données calculées instantanées
- 10.2.1. Les données mesurées instantanées et les données calculées instantanées ne doivent pas être intégrées dans le rapport d'essai, mais doivent être conservées par le constructeur et mises, sur demande, à la disposition de la Commission européenne et de l'autorité compétence en matière de réception pendant la période fixée au point 7.
- 10.2.2. Les données mesurées instantanées et les données calculées instantanées doivent comprendre au minimum les informations requises aux points I-1 à I-2.20 de l'appendice 8.
- 10.3. Informations accessibles au public
- Aux fins de l'article 44, paragraphe 3, point b), du règlement (UE) 2016/1628, le constructeur doit fournir un rapport distinct contenant les informations requises aux points 1.1, 2.2, 2.4, 3.2, 6.3, 6.4.1 et 6.10, ainsi qu'aux sections 9 et 10 de l'appendice 8.
- Les informations requises au point 6.3 doivent être fournies au niveau régional, avec une localisation géographique approximative.

*Appendice 1***Système portable de mesure des émissions**

1. Le PEMS doit se composer des instruments de mesure suivants:
 - a) des analyseurs de gaz pour mesurer les concentrations des émissions de gaz polluants établies dans l'appendice 2, point 1, premier alinéa;
 - b) un débitmètre des gaz d'échappement (EFM) basé sur un tube de Pitot moyenné ou sur un principe équivalent;
 - c) des capteurs pour mesurer la température et la pression de l'air ambiant;
 - d) d'autres instruments de mesure requis pour l'essai de surveillance en service.

Le PEMS doit également comprendre:

 - a) une ligne de transfert pour transporter les échantillons extraits de la sonde de prélèvement vers les analyseurs de gaz, notamment une sonde de prélèvement;
 - b) un enregistreur de données pour stocker les données collectées de l'UCE.
 - c) Le PEMS peut comprendre un système de positionnement satellitaire (GPS).
 2. Exigences se rapportant aux instruments de mesure
 - 2.1. Les instruments de mesure doivent répondre aux exigences concernant les contrôles d'étalonnage et de performance énoncées au point 8.1 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales. Une attention particulière doit être portée à l'exécution des actions suivantes:
 - a) la vérification des fuites du côté dépression du PEMS conformément au point 8.1.8.7 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales;
 - b) la vérification de la réponse et de la mise à jour/enregistrement de l'analyseur de gaz conformément au point 8.1.6 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.
 - 2.1.2. Les instruments de mesure doivent satisfaire aux prescriptions énoncées au point 9.4 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.
 - 2.1.3. Les gaz d'analyse utilisés pour étalonner les instruments de mesure doivent satisfaire aux prescriptions énoncées au point 9.5.1 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.
 - 2.2. Exigences concernant la ligne de transfert et la sonde de prélèvement
 - 2.2.1. La ligne de transfert doit satisfaire aux prescriptions énoncées au point 9.3.1.2 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.
 - 2.2.2. La sonde de prélèvement doit satisfaire aux prescriptions énoncées au point 9.3.1.1 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.
-

Appendice 2

Procédure d'essai pour la surveillance en service effectuée à l'aide d'un PEMS**1. Paramètres d'essai**

Les gaz polluants dont les émissions doivent être mesurées et enregistrées lors de l'essai de surveillance en service sont le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures totaux (HC) et les oxydes d'azote (NO_x). Le dioxyde de carbone (CO₂) doit également être mesuré afin de permettre les procédures de calcul décrites à l'appendice 5.

Les paramètres mentionnés dans le tableau doivent être mesurés et enregistrés lors de l'essai de surveillance en service.

Tableau

Paramètres d'essai

| Paramètre | Unité | Source |
|---|--------|-----------------------|
| Concentration de HC ⁽¹⁾ | ppm | Analyseur de gaz |
| Concentration de CO ⁽¹⁾ | ppm | Analyseur de gaz |
| Concentration de NO _x ⁽¹⁾ | ppm | Analyseur de gaz |
| Concentration de CO ₂ ⁽¹⁾ | ppm | Analyseur de gaz |
| Débit massique des gaz d'échappement ⁽²⁾ | kg/h | EFM |
| Température des gaz d'échappement | °K | EFM ou UCE ou capteur |
| Température de l'air ambiant ⁽³⁾ | °K | Capteur |
| Pression de l'air ambiant | kPa | Capteur |
| Humidité relative | % | Capteur |
| Couple du moteur ⁽⁴⁾ | Nm | UCE ou capteur |
| Régime du moteur | tr/min | UCE ou capteur |
| Débit de carburant du moteur | g/s | UCE ou capteur |
| Température du liquide de refroidissement du moteur | °K | UCE ou capteur |
| Température de l'air d'admission du moteur ⁽³⁾ | °K | UCE ou capteur |
| Latitude de l'engin mobile non routier | degré | GPS (facultatif) |
| Longitude de l'engin mobile non routier | degré | GPS (facultatif) |

⁽¹⁾ Mesurée ou rapportée dans des conditions humides.

⁽²⁾ Il y a lieu de recourir à la mesure directe du débit massique des gaz d'échappement, sauf si l'une ou l'autre des conditions suivantes s'applique:

- le système d'échappement installé dans l'engin mobile non routier provoque la dilution des gaz d'échappement par l'air en amont de l'endroit où un EFM pourrait être installé. Dans ce cas, l'échantillon de gaz d'échappement est prélevé en amont du point de dilution;
- le système d'échappement installé dans l'engin mobile non routier détourne une partie des gaz d'échappement vers une autre partie dudit engin (par exemple à des fins de chauffage) en amont de l'endroit où un EFM pourrait être installé.

Dans ce cas, lorsque le constructeur est en mesure de fournir à l'autorité compétence en matière de réception de solides preuves de la corrélation existant entre le débit massique de carburant estimé par l'UCE et le débit massique de carburant mesuré au banc d'essai dynamométrique, il est possible de se passer de l'EFM et d'appliquer des mesures indirectes du débit de gaz d'échappement (à partir du flux de carburant et du flux d'air d'admission ou du flux de carburant et du bilan carbone).

⁽³⁾ Utilisation du capteur de température de l'air ambiant ou d'un capteur de température de l'air d'admission. L'utilisation d'un capteur mesurant la température de l'air d'admission doit être conforme aux exigences énoncées au point 5.1., deuxième alinéa.

⁽⁴⁾ La valeur enregistrée doit être soit a) le couple net, soit b) le couple net calculé à partir du couple actuel du moteur en pour cent, du couple de friction et du couple de référence conformément aux normes citées à l'appendice 7, point 2.1.1.

La base pour le couple net doit être le couple net non corrigé fourni par le moteur, y compris les équipements et accessoires à inclure pour l'exécution d'un essai d'émissions conformément à l'annexe VI, appendice 2, du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

2. Durée minimale de l'essai

La durée de l'essai, qui comprend toutes les séquences de fonctionnement et inclut uniquement les données valides, doit être suffisamment longue pour réaliser entre cinq et sept fois le travail exécuté durant le cycle d'essais en régime transitoire pour les engins non routiers (NRTC) ou produire entre cinq et sept fois la masse de CO₂ de référence en kg/cycle du NRTC.

3. Préparation de l'engin mobile non routier

La préparation de l'engin mobile non routier doit comprendre au minimum les opérations suivantes:

- a) la vérification du moteur: tout problème constaté, une fois résolu, est enregistré et communiqué à l'autorité compétente en matière de réception;
- b) le remplacement de l'huile, du carburant et du réactif, le cas échéant;
- c) la preuve de la disponibilité d'informations sur le flux de données transmises par l'UCE conformément aux exigences énoncées à l'appendice 7, point 2.

4. Installation du PEMS

- 4.1. L'installation du PEMS ne doit pas avoir d'influence sur les émissions de gaz polluants ou la performance de l'engin mobile non routier.

En tout état de cause, l'installation doit satisfaire aux règles de sécurité et prescriptions d'assurance applicables localement et être conforme aux instructions communiquées par le constructeur du PEMS, des instruments de mesure, de la ligne de transfert et de la sonde de prélèvement.

4.2. Alimentation électrique

L'alimentation en électricité du PEMS doit être assurée par une unité d'alimentation électrique externe.

- 4.2.1. Si le constructeur démontre à l'autorité compétente en matière de réception qu'il n'est pas possible de se conformer à l'exigence énoncée au point 4.2, une source tirant son énergie (directement ou indirectement) du moteur lors de l'essai peut être utilisée.
- 4.2.2. Dans ce cas, la consommation électrique de pointe du PEMS ne doit pas excéder 1 % de la puissance maximale du moteur et des mesures supplémentaires doivent être prises pour empêcher la décharge excessive de la batterie lorsque le moteur ne tourne pas ou tourne au ralenti.

4.3. Instruments de mesure autres que l'EFM

Dans la mesure du possible, les instruments de mesure autres que l'EFM doivent être installés à un endroit où ils seront exposés le moins possible aux éléments suivants:

- a) variations de la température ambiante;
- b) variations de la pression ambiante;
- c) rayonnements électromagnétiques;
- d) chocs mécaniques et vibrations;
- e) hydrocarbures ambiants — en cas d'utilisation d'un analyseur FID qui utilise l'air ambiant pour le brûleur FID.

4.4. EFM

La pose de l'EFM ne doit pas accroître la contre-pression de plus de la valeur recommandée par le constructeur.

- 4.4.1. L'EFM doit être fixé sur le tuyau d'échappement de l'engin mobile non routier. Les capteurs de l'EFM doivent être placés entre deux pièces de tube droit dont la longueur doit être d'au moins deux fois le diamètre de l'EFM (en amont et en aval).
- 4.4.2. L'EFM doit être placé après le silencieux de l'engin mobile non routier afin de limiter l'effet des pulsations des gaz d'échappement sur les signaux de mesure.

4.5. Ligne de transfert et sonde de prélèvement

La ligne de transfert doit être correctement isolée aux points de raccordement (sonde de prélèvement et face arrière des instruments de mesure).

4.5.1. Si la longueur de la ligne de transfert est modifiée, les temps de transport doivent être vérifiés et corrigés au besoin.

4.5.2. La ligne de transfert et la sonde de prélèvement doivent être installées conformément aux exigences énoncées au point 9.3 de l'annexe VI du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

4.6. Enregistreur de données

L'enregistreur de données doit être relié à l'UCE du moteur afin d'enregistrer les paramètres du moteur qui figurent dans le tableau 1 de l'appendice 7 et, le cas échéant, ceux qui figurent dans le tableau 2 de l'appendice 7.

4.7. GPS (le cas échéant)

L'antenne doit être montée le plus haut possible, sans risquer d'interférer avec des obstacles rencontrés durant le fonctionnement en conditions réelles.

5. Procédures préalables à l'essai de surveillance en service

5.1. Mesure de la température ambiante

La température ambiante doit être mesurée au début et à la fin de l'essai à une distance raisonnable de l'engin mobile non routier. Il est permis d'utiliser le signal CAN pour mesurer la température de l'air d'admission (température ressentie par le moteur).

Si un capteur mesurant la température de l'air d'admission est utilisé afin d'estimer la température ambiante, la valeur enregistrée doit être la température de l'air corrigée du décalage nominal entre la température de l'air ambiant et la température de l'air d'admission conformément aux spécifications du constructeur.

5.2. Démarrage et stabilisation des instruments de mesure

Les instruments de mesure doivent être portés à leur température de fonctionnement et stabilisés jusqu'au moment où les pressions, les températures et les flux ont atteint leurs points de consigne conformément aux instructions du constructeur de l'instrument de mesure/du PEMS.

5.3. Nettoyage et chauffage de la ligne de transfert

Afin d'éviter la contamination du système, la ligne de transfert doit être purgée jusqu'au moment où le prélèvement débute, conformément aux instructions du constructeur de la ligne de transfert/du PEMS.

La ligne de transfert doit être portée à une température de 190 °C (± 10 °C) avant le début de l'essai afin d'éviter la présence de zones froides susceptibles d'engendrer une contamination de l'échantillon par des hydrocarbures condensés.

5.4. Vérification et étalonnage des analyseurs de gaz

Le réglage du zéro et de l'étendue ainsi que les contrôles de linéarité des analyseurs de gaz doivent être effectués au moyen des gaz d'analyse définis conformément au point 2.1.3 de l'appendice 1.

5.5. Nettoyage de l'EFM

L'EFM doit être purgé aux connexions du transmetteur de pression conformément aux instructions du constructeur du PEMS ou de l'EFM. Cette opération doit éliminer la condensation et les particules de gazole des conduites sous pression et des ports associés de mesure de la pression des tubulures de circulation des gaz.

6. Enregistrement des données de l'essai de surveillance en service

6.1. Avant l'essai de surveillance en service

Le prélèvement des émissions de gaz polluants, la mesure des paramètres des gaz d'échappement et l'enregistrement des données concernant le moteur et les conditions ambiantes doivent débiter avant le démarrage du moteur.

6.2. Pendant l'essai de surveillance en service

Le prélèvement des émissions de gaz polluants, la mesure des paramètres des gaz d'échappement et l'enregistrement des données concernant le moteur et les conditions ambiantes doivent se poursuivre pendant toute la durée d'utilisation normale du moteur.

Le moteur peut être arrêté et redémarré, mais le prélèvement des émissions de gaz polluants, la mesure des paramètres des gaz d'échappement et l'enregistrement des données concernant le moteur et les conditions ambiantes doivent continuer pendant toute la durée de l'essai de surveillance en service.

6.3. Après l'essai de surveillance en service

À la fin de l'essai de surveillance en service, le prélèvement doit continuer jusqu'à ce que les temps de réponse des instruments de mesure et de l'enregistreur de données se soient écoulés. Le moteur peut être coupé avant ou après l'arrêt de l'enregistrement des données.

6.4. Données mesurées valides pour le calcul des émissions de gaz polluants

Les données mesurées valides pour les calculs des émissions de gaz polluants doivent être déterminées conformément à l'appendice 4. Le point 6.4.2 s'applique à ces calculs.

6.4.1. Pour que l'on puisse déterminer la durée de la phase de démarrage après un événement non opérationnel long, telle que mentionnée au point 2.2.2 de l'appendice 4, la température des gaz d'échappement doit être mesurée durant la séquence de fonctionnement, à une distance de 30 cm maximum de la sortie du dispositif de post-traitement utilisé pour réduire les émissions de NO_x .

6.4.2. Données concernant le démarrage à froid

Les données mesurées concernant les émissions de gaz polluants à froid doivent être supprimées des calculs des émissions de gaz polluants.

Pour être valides, les données relatives aux gaz polluants doivent être mesurées après que la température du liquide de refroidissement du moteur a atteint 343 K (70 °C) pour la première fois, ou après que la température du liquide de refroidissement du moteur s'est stabilisée dans une plage de ± 2 K sur une période de cinq minutes, la condition réalisée en premier étant retenue; en tout état de cause, la mesure doit être prise au moins 20 minutes après le démarrage du moteur.

7. Contrôle des analyseurs de gaz

7.1. Vérification périodique du zéro durant la séquence de fonctionnement

Le zéro des analyseurs de gaz doit être vérifié au moins toutes les deux heures lors d'un essai de surveillance en service.

7.2. Correction périodique du zéro lors de l'essai de surveillance en service

Les résultats obtenus grâce aux contrôles exécutés conformément au point 7.1 peuvent être utilisés pour réaliser une correction de la dérive du zéro.

7.3. Vérification de la dérive après l'exécution de l'essai

Une vérification de la dérive ne doit avoir lieu que si aucune correction de la dérive du zéro n'a eu lieu durant l'essai de surveillance en service conformément au point 7.2.

7.3.1. Au plus tard 30 minutes après l'achèvement de l'essai de surveillance en service, il est procédé à un réglage du zéro et de l'échelle sur les analyseurs de gaz afin de vérifier leur dérive par rapport aux résultats avant l'essai.

7.3.2. La vérification du zéro, de l'étendue et de la linéarité des analyseurs de gaz doit être effectuée de la manière prévue au point 5.4.

8. Dysfonctionnement moteur

8.1. Si un dysfonctionnement moteur se produit lors d'une séquence de fonctionnement et si l'opérateur de l'engin mobile non routier en est clairement informé par le système de diagnostic embarqué au moyen d'un avertissement visuel de dysfonctionnement, d'un message de test ou d'un autre indicateur, l'essai de surveillance en service doit être considéré comme nul.

8.2. Tout dysfonctionnement doit être corrigé avant l'exécution d'un autre essai de surveillance en service sur le moteur.

*Appendice 3***Prétraitement des données pour le calcul des émissions de gaz polluants****1. Définitions**

1.2. Aux fins du présent appendice, on entend par:

1.2.1. «réponse au réglage du zéro»: la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de réglage du zéro durant un intervalle d'au moins 30 secondes;

1.2.2. «réponse au réglage de l'étendue»: la réponse moyenne, y compris le bruit, à un gaz de réglage de l'étendue durant un intervalle d'au moins 30 secondes.

2. Correction de la dérive

2.1. Dérive maximale autorisée

Les dérives de la réponse au réglage du zéro et de la réponse au réglage de l'étendue doivent être inférieures à deux pour cent de la pleine échelle totale sur la gamme la plus basse utilisée:

a) si la différence entre les résultats avant et après l'essai est inférieure à deux pour cent, les concentrations mesurées peuvent être utilisées sans correction ou peuvent être corrigées de la dérive conformément au point 2.2;

b) si la différence entre les résultats avant et après l'essai est égale ou supérieure à deux pour cent, les concentrations mesurées doivent être corrigées de la dérive conformément au point 2.2. Si aucune correction n'est apportée, l'essai doit être considéré comme nul.

2.2. Correction de la dérive

La valeur de la concentration corrigée de la dérive doit être calculée conformément aux prescriptions énoncées au point 2.1 ou au point 3.5 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

La différence entre les valeurs des émissions de gaz polluants spécifiques non corrigées et les valeurs corrigées doit se situer dans une fourchette de \pm six pour cent des valeurs des émissions spécifiques de gaz polluants non corrigées. Si la dérive est supérieure à six pour cent, l'essai doit être considéré comme nul.

Si une correction de la dérive est appliquée, seuls les résultats des émissions de gaz polluants corrigés de la dérive doivent être utilisés pour rapporter les valeurs d'émissions de gaz polluants.

3. Synchronisation

Pour réduire au minimum l'effet du décalage temporel entre les différents signaux sur les calculs des émissions massiques de gaz polluants, les données pertinentes pour les calculs des émissions de gaz polluants doivent être synchronisées conformément aux points 3.1 à 3.4.

3.1. Données des analyseurs de gaz

Les données des analyseurs de gaz doivent être correctement alignées conformément aux prescriptions énoncées au point 8.1.5.3 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

3.2. Analyseurs de gaz et données EFM

Les données des analyseurs de gaz doivent être correctement alignées avec les données de l'EFM selon la procédure décrite au point 3.4.

3.3. Données des PEMS et données du moteur

Les données des PEMS (analyseurs de gaz et EFM) doivent être correctement alignées avec les données de l'UCE du moteur selon la procédure décrite au point 3.4.

3.4. Procédure pour améliorer la synchronisation des données des PEMS

Les paramètres d'essai figurant au tableau de l'appendice 2 sont subdivisés en trois catégories différentes:

catégorie 1: analyseurs de gaz (concentrations HC, CO, CO₂, NO_x);

catégorie 2: EFM (débit massique et température des gaz d'échappement);

catégorie 3: moteur (couple, régime, températures, débit de carburant mesuré par l'UCE).

La synchronisation de chaque catégorie avec les deux autres catégories doit être vérifiée en recherchant le coefficient de corrélation le plus élevé entre deux séries de paramètres d'essai. Tous les paramètres d'essai d'une catégorie doivent être décalés pour maximiser le facteur de corrélation. Les paramètres d'essai suivants doivent être utilisés pour calculer les coefficients de corrélation:

- a) les catégories 1 et 2 (données des analyseurs de gaz et de l'EFM) avec la catégorie 3 (données du moteur): à partir de l'UCE;
- b) la catégorie 1 avec la catégorie 2: la concentration de CO₂ et le débit massique des gaz d'échappement;
- c) la catégorie 2 avec la catégorie 3: la concentration de CO₂ et le débit de carburant moteur.

4. Vérification de la cohérence des données

4.1. Données des analyseurs de gaz et de l'EFM

La cohérence des données (débit massique des gaz d'échappement mesuré par l'EFM et concentrations de gaz) doit être vérifiée à l'aide d'une corrélation entre le débit mesuré de carburant alimentant le moteur communiqué par l'UCE et le débit de carburant alimentant le moteur calculé conformément à la procédure définie au point 2.1.6.4 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

Une régression linéaire doit être appliquée pour les valeurs mesurées et calculées du débit de carburant. On applique à cette fin la méthode des moindres carrés, l'équation de meilleur ajustement ayant la forme:

$$y = mx + b$$

où:

- y est le débit de carburant calculé [g/s];
- m est la pente de la droite de régression;
- x est le débit de carburant mesuré [g/s];
- b est l'ordonnée à l'origine de la droite de régression.

La pente (m) et le coefficient de détermination (r²) doivent être calculés pour chaque droite de régression. Il est recommandé d'effectuer cette analyse dans la plage de 15 % de la valeur maximale à la valeur maximale et à une fréquence supérieure ou égale à 1 Hz. Pour qu'un essai soit considéré comme valide, les deux critères suivants doivent être évalués:

Tableau

Tolérances

| | |
|--|------------------------|
| Pente de la droite de régression, m | 0,9 à 1,1 — Recommandé |
| Coefficient de détermination, r ² | min. 0,90 — Recommandé |

4.2. Données de couple de l'UCE

La cohérence des données de couple de l'UCE doit être vérifiée en comparant les valeurs de couple de l'UCE maximales à différents régimes moteur (le cas échéant) avec les valeurs correspondantes de la courbe du couple officielle du moteur à pleine charge conformément à l'appendice 6.

4.3. Consommation de carburant spécifique

La consommation de carburant spécifique doit être vérifiée en utilisant:

- a) la consommation de carburant calculée à partir des données des émissions de gaz polluants (données de concentrations et de débit massique des gaz d'échappement des analyseurs de gaz) conformément à la procédure définie au point 2.1.6.4 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales;
- b) le travail calculé en utilisant les données de l'UCE (couple et régime du moteur).

4.4. Pression ambiante

La valeur de la pression ambiante doit être contrôlée par rapport à l'altitude indiquée par les données GPS, si elles sont disponibles.

- 4.5. Si l'autorité compétente en matière de réception n'est pas satisfaite des résultats de la vérification de la cohérence des données, elle peut considérer l'essai comme nul.

5. **Corrections pour conditions sèches ou conditions humides**

Si la concentration est mesurée sur une base sèche, elle doit être convertie en valeur sur base humide conformément à la procédure définie au point 2 ou au point 3 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

6. **Correction des émissions de NO_x pour l'humidité et la température**

Les concentrations de NO_x mesurées par les analyseurs de gaz ne doivent pas être corrigées en fonction de la température et de l'humidité de l'air ambiant.

*Appendice 4***Algorithme pour la détermination des événements valides lors de la surveillance en service****1. Dispositions générales**

- 1.1. Aux fins du présent appendice, on entend par «événement» les données mesurées lors d'un essai de surveillance en service pour les calculs des émissions de gaz polluants obtenues dans un incrément de temps Δt égal à la période de prélèvement des données.
- 1.2. La méthode décrite dans le présent appendice est fondée sur le concept d'événement opérationnel et non opérationnel.
- 1.3. Tout événement qualifié d'événement non opérationnel au sens du présent appendice ne peut être considéré comme valide pour calculer le travail ou la masse de CO₂ ainsi que les émissions de gaz polluants et les facteurs de conformité des fenêtres de calcul de la moyenne figurant à l'appendice 5, point 2. Aux fins des calculs, il y a lieu de se limiter à l'utilisation des événements opérationnels.
- 1.4. Les événements non opérationnels doivent être distingués en «événements non opérationnels courts» ($\leq D2$) et «événements non opérationnels longs» ($> D2$) (voir le tableau pour la valeur de D2).

2. Procédure pour la détermination des événements non opérationnels

- 2.1. Les événements suivants doivent être considérés comme des événements non opérationnels:
 - 2.1.1. événements au cours desquels la puissance du moteur est inférieure à 10 % de sa puissance nette maximale;
 - 2.1.2. événements correspondant aux conditions de fonctionnement à froid du système moteur (démarrage à froid) définies à l'appendice 2, point 6.4.2;
 - 2.1.3. événements enregistrés dans des conditions ambiantes ne répondant pas aux prescriptions énoncées au point 3.3 du présent appendice;
 - 2.1.4. événements enregistrés lors des contrôles périodiques des instruments de mesure.
- 2.2. Les opérations additionnelles ci-après doivent être exécutées.
 - 2.2.1. Les événements non opérationnels d'une durée inférieure à D0 doivent être considérés comme des événements opérationnels et fusionnés avec les événements opérationnels qui les entourent (voir le tableau pour les valeurs de D0).
 - 2.2.2. La phase de démarrage suivant des événements non opérationnels longs ($> D2$) doit aussi être considérée comme un événement non opérationnel jusqu'au moment où la température des gaz d'échappement atteint 523 K. Si la température des gaz d'échappement n'atteint pas 523 K dans un délai correspondant au nombre de minutes D3, tous les événements suivant D3 doivent être considérés comme des événements opérationnels (voir le tableau pour les valeurs de D3).
 - 2.2.3. Pour tous les événements non opérationnels, les premières minutes D1 de l'événement doivent être considérées comme des événements opérationnels (voir le tableau pour les valeurs de D1).

3. Algorithme de marquage du «travail machine»**3.1. Étape 1**

Détecter et distinguer les événements opérationnels et non opérationnels.

- 3.1.1. Définir les événements opérationnels et non opérationnels conformément au point 2.
- 3.1.2. Calculer la durée des événements non opérationnels.
- 3.1.3. Qualifier les événements non opérationnels d'une valeur inférieure à D0 d'événements opérationnels (voir le tableau pour les valeurs de D0).
- 3.1.4. Calculer la durée des événements non opérationnels restants.

3.2. Étape 2

Fusionner les événements opérationnels courts ($\leq D2$) avec les événements non opérationnels.

3.2.1. Fusionner les événements opérationnels d'une durée inférieure à $D0$ avec les événements non opérationnels avoisinants d'une durée supérieure à $D1$.

3.3. Étape 3

Exclure les événements opérationnels faisant suite à des événements non opérationnels longs (phase de démarrage).

3.3.1. Considérer comme des événements non opérationnels les événements faisant suite à des événements non opérationnels longs ($> D2$) jusqu'au moment où la température des gaz d'échappement atteint 523 K ou jusqu'au moment où un délai correspondant au nombre de minutes $D3$ s'est écoulé (voir le tableau pour les valeurs de $D3$), la condition réalisée en premier étant retenue.

3.4. Étape 4

Inclure les événements non opérationnels faisant suite à des événements opérationnels.

3.4.1. Inclure les minutes $D1$ d'un événement non opérationnel à la fin de tout événement opérationnel (voir le tableau pour les valeurs de $D1$).

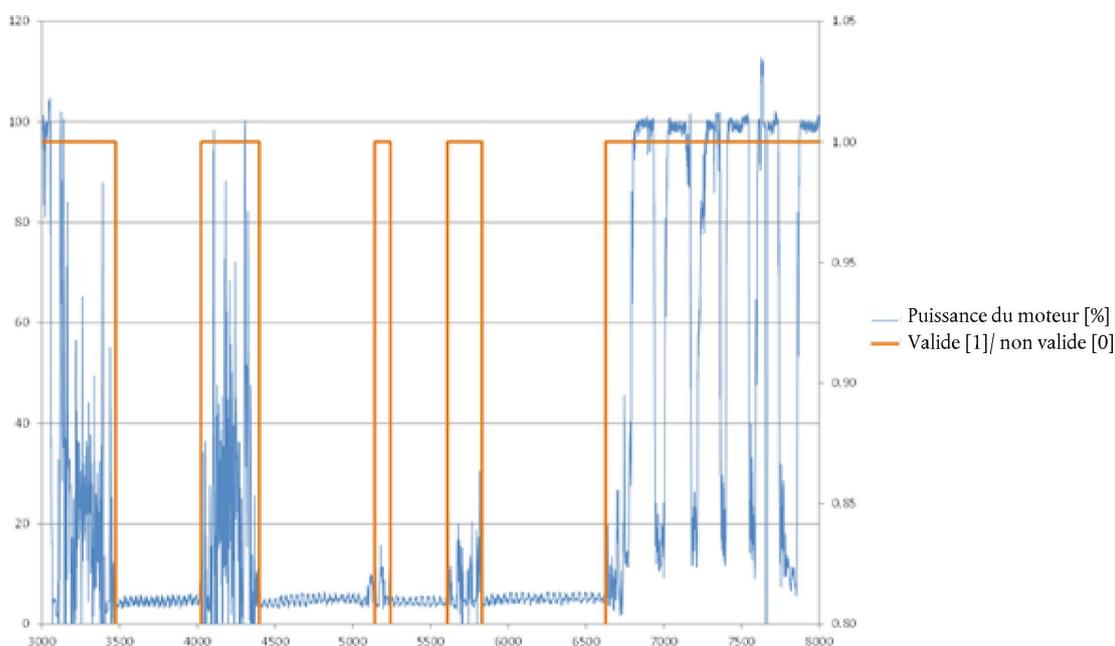
Tableau

Valeurs des paramètres $D0$, $D1$, $D2$ et $D3$

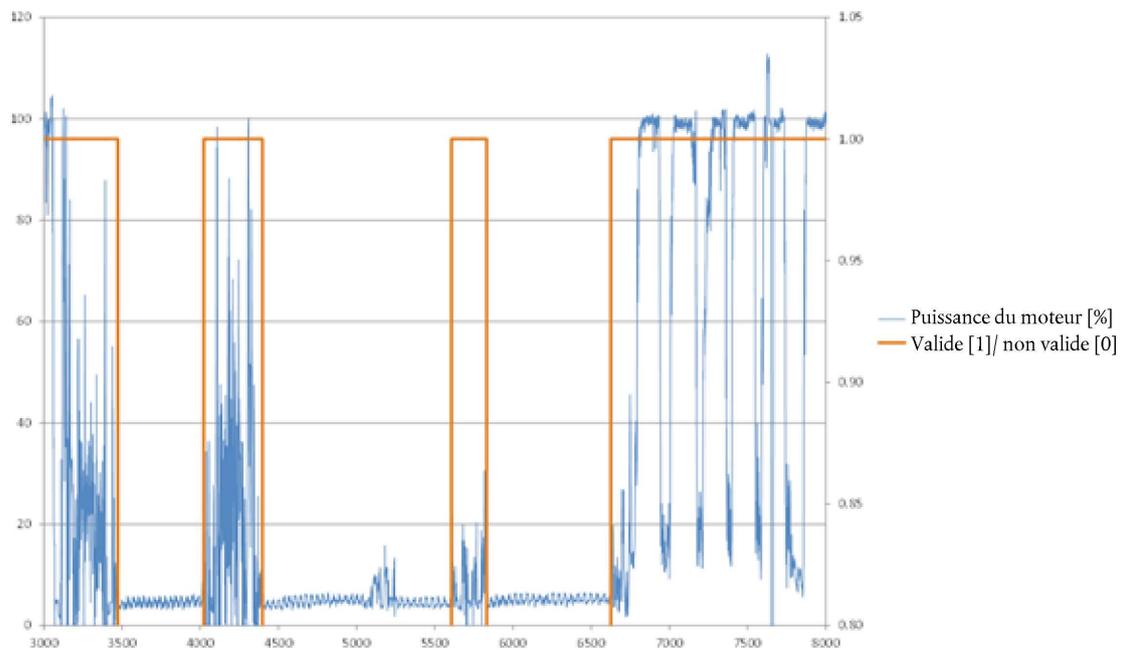
| Paramètres | Valeur |
|------------|------------|
| $D0$ | 2 minutes |
| $D1$ | 2 minutes |
| $D2$ | 10 minutes |
| $D3$ | 4 minutes |

4. Exemples

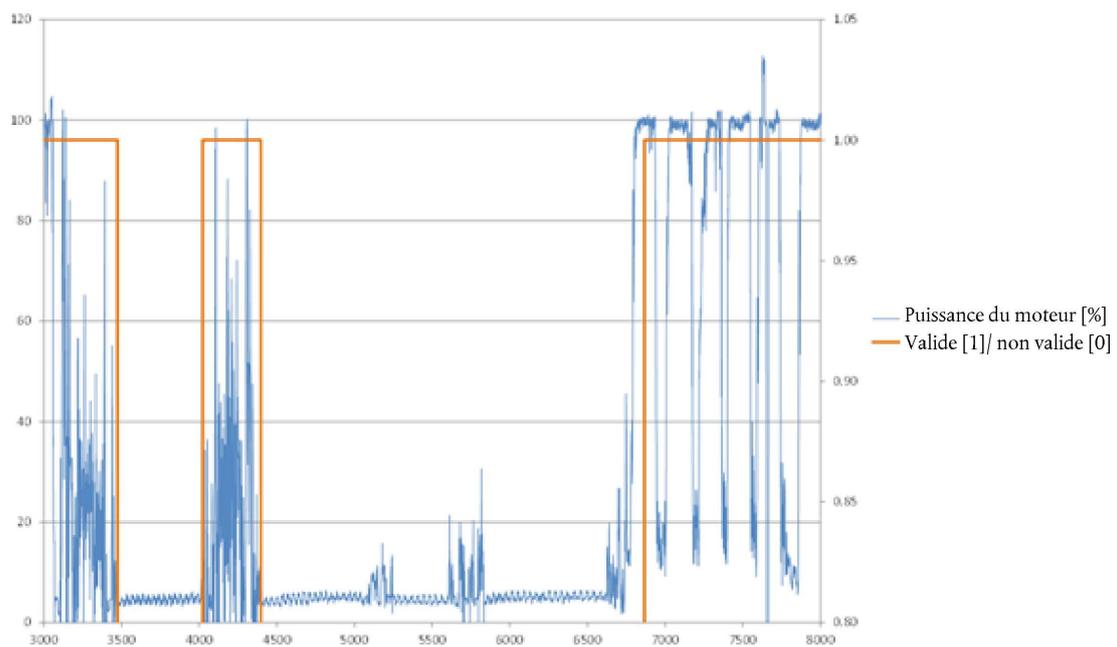
4.1. Exclusions des données non opérationnelles à la fin de l'étape 1



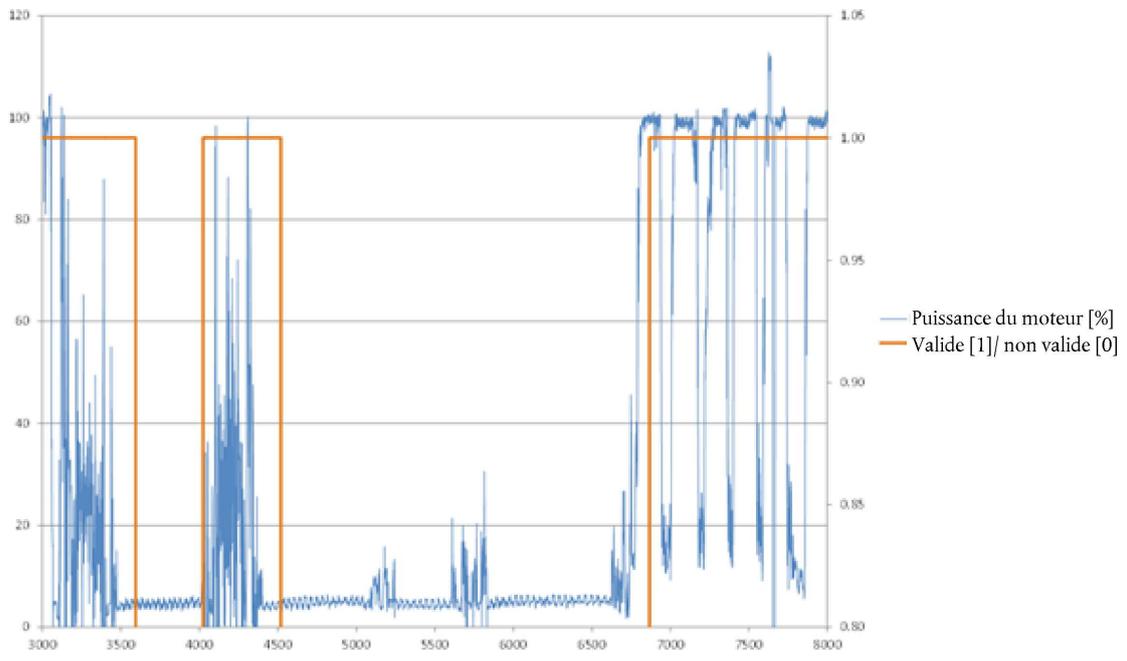
4.2. Exclusions des données non opérationnelles à la fin de l'étape 2



4.3. Exclusions des données non opérationnelles à la fin de l'étape 3



4.4. Fin de l'étape 4 — Final



—

Appendice 5

Calcul des émissions de gaz polluants

1. Calcul des émissions instantanées de gaz polluants

La masse instantanée des émissions de gaz polluants doit être calculée sur la base de la concentration instantanée des émissions de gaz polluants mesurées lors de l'essai de surveillance en service, conformément à la procédure définie au point 2 ou au point 3 de l'annexe VII du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

2. Détermination des émissions de gaz polluants et des facteurs de conformité selon la méthode de la fenêtre de calcul de moyenne

2.1. Méthode de la fenêtre de calcul de moyenne

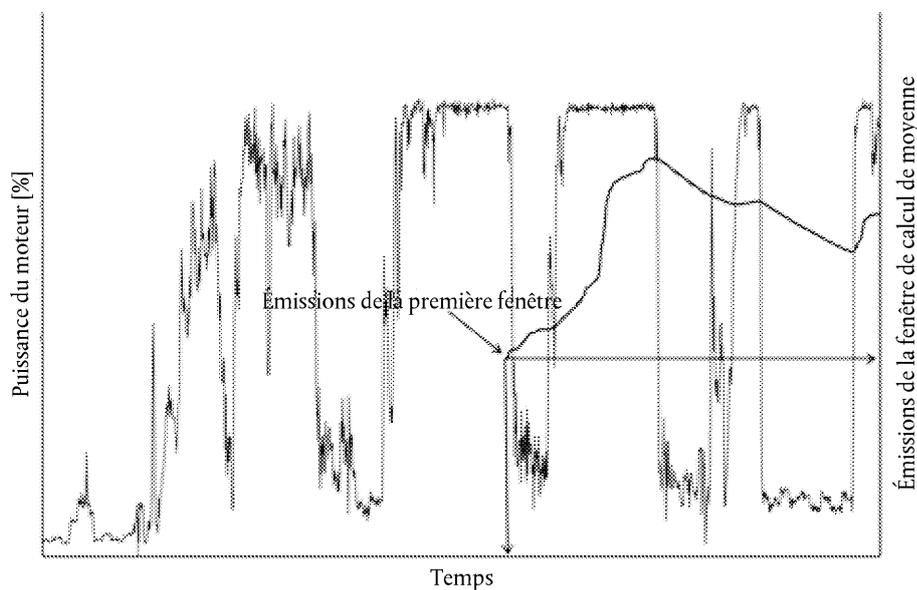
La fenêtre de calcul de moyenne est le sous-ensemble de l'ensemble de données complet calculé durant l'essai de surveillance en service dont la masse de CO₂ ou le travail est égal à la masse de CO₂ ou au travail du moteur mesuré sur le cycle NRTC du laboratoire de référence.

La masse des émissions de gaz polluants et les facteurs de conformité doivent être calculés selon la méthode de la fenêtre mobile de calcul de moyenne sur la base du travail de référence (procédure expliquée au point 2.2) et de la masse de CO₂ de référence (procédure expliquée au point 2.3), mesurés sur le cycle NRTC du laboratoire de référence.

Les calculs doivent être effectués conformément aux exigences générales énoncées ci-dessous.

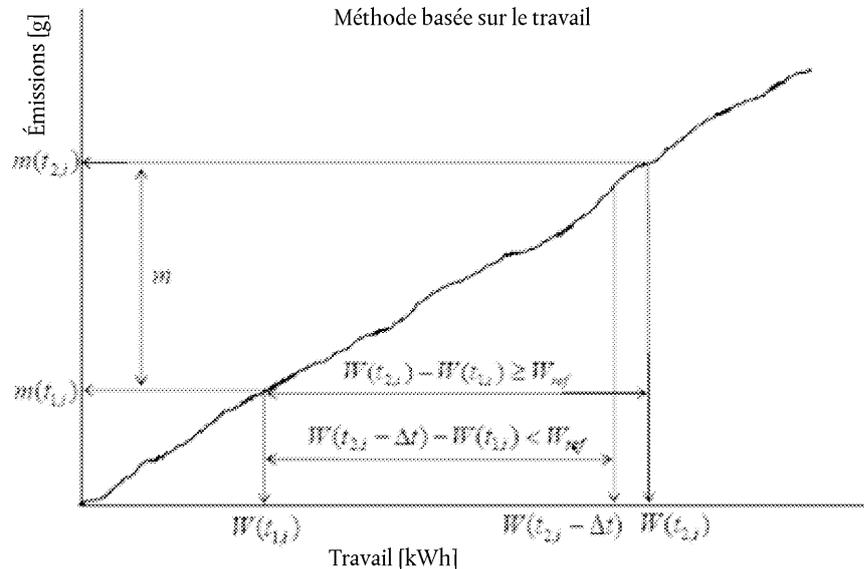
- 2.1.1. Les données exclues conformément à l'appendice 4 ne peuvent être prises en considération ni pour calculer le travail ou la masse de CO₂ ni pour déterminer les émissions de gaz polluants et les facteurs de conformité des fenêtres de calcul de moyenne.
- 2.1.2. Les calculs de la fenêtre mobile de calcul de moyenne doivent être effectués avec un incrément de temps Δt égal à la période de prélèvement des données.
- 2.1.3. La masse des émissions de gaz polluants pour chaque fenêtre de calcul de moyenne (mg/fenêtre de calcul de moyenne) doit être obtenue en intégrant la masse des émissions instantanées de gaz polluants dans la fenêtre de calcul de moyenne.
- 2.1.4. Les calculs doivent être effectués et présentés pour les deux procédures: la masse de CO₂ de référence et le travail de référence.

Graphique 1

Puissance du moteur et émissions de gaz polluants à partir de la première fenêtre de calcul de moyenne, en fonction du temps

2.2. Méthode basée sur le travail

Graphique 2

Méthode basée sur le travail

La durée ($t_{2,i} - t_{1,i}$) de la i^{e} fenêtre de calcul de moyenne est déterminée par:

$$W(t_{2,i}) - W(t_{1,i}) \geq W_{ref}$$

où:

- $W(t_{j,i})$ est le travail du moteur mesuré entre le point de départ et l'instant $t_{j,i}$, en kWh;
- W_{ref} est le travail du moteur pour le cycle NRTC, en kWh.
- $t_{2,i}$ est sélectionné de telle sorte que:

$$W(t_{2,i} - \Delta t) - W(t_{1,i}) < W_{ref} \leq W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$$

où Δt est la période de prélèvement des données, égale à 1 seconde ou moins.

2.2.1. Calcul des émissions spécifiques de gaz polluants

Les émissions spécifiques de gaz polluants e_{gas} (g/kWh) doivent être calculées pour chaque fenêtre de calcul de moyenne et chaque gaz polluant de la manière suivante:

$$e_{gas} = \frac{m}{W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})}$$

où:

- m est l'émission massique du gaz polluant, en mg/fenêtre de calcul de moyenne.
- $W(t_{2,i}) - W(t_{1,i})$ est le travail du moteur durant la i^{e} fenêtre de calcul de moyenne, en kWh.

2.2.2. Sélection de fenêtres de calcul de moyenne valides

Les fenêtres de calcul de moyenne valides sont les fenêtres de calcul de moyenne où la puissance moyenne excède le seuil de puissance de 20 % de la puissance maximale du moteur. Le pourcentage de fenêtres de calcul de moyenne valides doit être égal ou supérieur à 50 %.

2.2.2.1. L'essai doit être considéré comme nul si le pourcentage de fenêtres de calcul de moyenne valides est inférieur à 50 %.

2.2.3. Calculs des facteurs de conformité

Les facteurs de conformité doivent être calculés pour chaque fenêtre de calcul de moyenne valide individuelle et chaque gaz polluant individuel de la manière suivante:

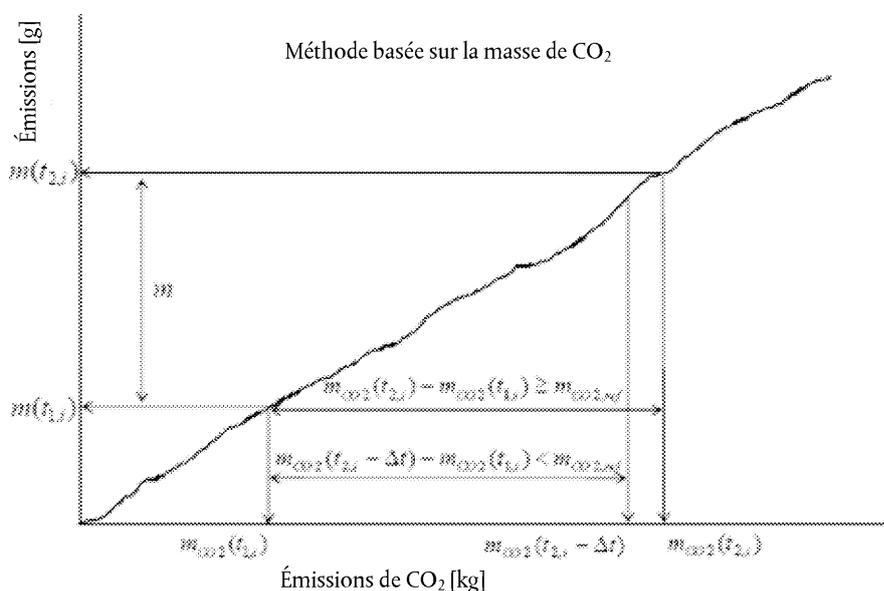
$$CF = \frac{e}{L}$$

où:

- e est l'émission spécifique du gaz polluant, en g/kWh;
- L est la limite applicable, en g/kWh.

2.3. Méthode basée sur la masse de CO₂

Graphique 3

Méthode basée sur la masse de CO₂

La durée ($t_{2,i} - t_{1,i}$) de la i^{e} fenêtre de calcul de moyenne est déterminée par:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) \geq m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$$

où:

- $m_{\text{CO}_2}(t_{j,i})$ est la masse de CO₂ mesurée entre le point de départ de l'essai et l'instant $t_{j,i}$, en kg;
- $m_{\text{CO}_2,\text{ref}}$ est la masse de CO₂ déterminée pour le NRTC, en kg;
- $t_{2,i}$ doit être choisi de telle sorte que:

$$m_{\text{CO}_2}(t_{2,i} - \Delta t) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i}) < m_{\text{CO}_2,\text{ref}} \leq m_{\text{CO}_2}(t_{2,i}) - m_{\text{CO}_2}(t_{1,i})$$

où Δt est la période de prélèvement des données, égale à 1 seconde ou moins.

Les masses de CO₂ sont calculées dans les fenêtres de calcul de moyenne en intégrant les émissions instantanées de gaz polluants calculées conformément aux prescriptions figurant au point 1.

2.3.1. Sélection de fenêtres de calcul de moyenne valides

Les fenêtres de calcul de moyenne valides sont celles dont la durée n'excède pas la durée maximale calculée à partir de:

$$D_{\text{max}} = 3\,600 \cdot \frac{W_{\text{ref}}}{0,2 \cdot P_{\text{max}}}$$

où:

- D_{max} est la durée maximale de la fenêtre de calcul de moyenne, en s;
- P_{max} est la puissance maximale du moteur, en kW.

Le pourcentage de fenêtres de calcul de moyenne valides doit être égal ou supérieur à 50 %.

2.3.2. Calculs des facteurs de conformité

Les facteurs de conformité doivent être calculés pour chaque fenêtre de calcul de moyenne individuelle et chaque polluant individuel de la manière suivante:

$$CF = \frac{CF_I}{CF_C}$$

avec $CF_I = \frac{m}{m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})}$ (rapport en service) et

$CF_C = \frac{m_L}{m_{CO_2,ref}}$ (rapport lors de l'homologation)

où:

- m est l'émission massique du gaz polluant, en mg/fenêtre de calcul de moyenne;
- $m_{CO_2}(t_{2,i}) - m_{CO_2}(t_{1,i})$ est la masse de CO_2 durant la i^e fenêtre de calcul de moyenne, en kg;
- $m_{CO_2,ref}$ est la masse de CO_2 du moteur déterminée pour le NRTC, en kg;
- m_L est l'émission massique du gaz polluant correspondant à la limite applicable sur le cycle NRTC, en mg.

3. Arrondi des calculs des émissions de gaz polluants

Conformément à la norme ASTM E 29-06 b (Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications), tout résultat d'essai final doit être arrondi en une seule fois au nombre de décimales indiqué pour la norme d'émission applicable, plus un chiffre significatif. Il n'est pas permis d'arrondir les valeurs intermédiaires utilisées pour déterminer le résultat final en matière d'émissions spécifiques de gaz polluants.

4. Résultats des émissions de gaz polluants

Les résultats suivants doivent être déclarés conformément au point 10 de la présente annexe:

- a) la concentration instantanée des émissions de gaz polluants mesurée durant l'essai de surveillance en service;
- b) la moyenne de la concentration des émissions de gaz polluants pour l'ensemble de l'essai de surveillance en service;
- c) la masse instantanée des émissions de gaz polluants calculée conformément au point 1;
- d) la masse intégrée des émissions de gaz polluants pour l'ensemble de l'essai de surveillance en service, obtenue en additionnant la masse des émissions instantanées de gaz polluants calculées conformément au point 1;
- e) la distribution des facteurs de conformité pour les fenêtres valides, calculée conformément aux points 2.2.3 et 2.3.2 (minimum, maximum et 90^e percentile cumulatif);
- f) la distribution des facteurs de conformité pour toutes les fenêtres, calculée conformément aux points 2.2.3 et 2.3.2 sans la détermination des données valides conformément à l'appendice 4 et sans la détermination des fenêtres valides exposée aux points 2.2.2 et 2.3.1 (minimum, maximum et 90^e percentile cumulatif).

*Appendice 6***Conformité du signal de couple de l'UCE****1. Méthode du couple maximal**

- 1.1. La méthode du couple maximal consiste à confirmer qu'un point sur la courbe de couple maximal de référence en fonction du régime du moteur a été atteint durant l'essai de surveillance en service.
- 1.2. Si un point sur la courbe de couple maximal de référence en fonction du régime du moteur n'a pas été atteint durant l'essai de surveillance en service, le constructeur est autorisé à modifier l'activité de charge de l'engin mobile non routier et/ou la durée minimale de l'essai définie à l'appendice 2, point 2, si nécessaire pour effectuer cette démonstration après l'essai de surveillance en service.
- 1.3. Les exigences énoncées au point 1.2 ne sont pas appliquées dans le cas où il n'apparaît pas possible, de l'avis du constructeur et avec l'accord préalable de l'autorité compétente en matière de réception par type, d'atteindre un point sur la courbe de couple maximal dans les conditions normales de fonctionnement sans surcharger le moteur installé sur l'engin mobile non routier, ou lorsqu'il serait dangereux de le faire.
- 1.4. Dans ce cas, le constructeur doit proposer à l'autorité compétente en matière de réception une autre méthode de contrôle du signal. Cette autre méthode ne doit être employée que si l'autorité compétente en matière de réception l'estime réalisable et applicable sans surcharger le moteur ou présenter un risque pour la sécurité.
- 1.5. Le constructeur peut proposer à l'autorité compétente en matière de réception une méthode de contrôle de la conformité du signal de couple de l'UCE durant l'essai de surveillance en service plus précise et plus complète que celle qui est prévue aux points 1.1 à 1.4. Dans ce cas, la méthode proposée par le constructeur doit être utilisée en lieu et place de celle visée sous ces points.

2. Impossibilité de contrôler la conformité du signal de couple de l'UCE

Lorsque le constructeur prouve à l'autorité compétente en matière de réception qu'il n'est pas possible de contrôler le signal de couple de l'UCE durant l'essai de surveillance en service, l'autorité compétente en matière de réception doit accepter la vérification qui a été effectuée lors des essais requis pour la réception UE par type et qui figure dans le certificat de réception UE par type.

Appendice 7

Exigences concernant les informations composant le flux de données de l'UCE**1. Données à fournir**

- 1.1. L'UCE doit transmettre au minimum les données de mesure figurant dans le tableau 1.

Tableau 1

Données de mesure

| Paramètre | Unité |
|---|--------|
| Couple du moteur ⁽¹⁾ | Nm |
| Régime du moteur | tr/min |
| Température du liquide de refroidissement du moteur | K |

⁽¹⁾ La valeur communiquée doit être soit a) le couple de freinage moteur net, soit b) le couple de freinage moteur net calculé à partir d'autres valeurs de couple appropriées telles que définies dans la norme de protocole correspondante mentionnée au point 2.1.1. La base pour le couple net est le couple net non corrigé fourni par le moteur, y compris les équipements et accessoires à inclure pour l'exécution d'un essai d'émissions conformément à l'annexe VI, appendice 2, du règlement délégué (UE) 2017/654 relatif aux prescriptions techniques et générales.

- 1.2. Lorsque la pression ambiante ou la température ambiante ne sont pas mesurées par des capteurs externes, ces valeurs doivent être communiquées par l'UCE conformément au tableau 2.

Tableau 2

Données de mesure supplémentaires

| Paramètre | Unité |
|-------------------------------------|-------|
| Température ambiante ⁽¹⁾ | K |
| Pression ambiante | kPa |
| Débit de carburant du moteur | g/s |

⁽¹⁾ L'utilisation d'un capteur de température de l'air d'admission doit être conforme aux prescriptions énoncées à l'appendice 2, point 5.1, deuxième alinéa.

- 1.3. Lorsque le débit massique des gaz d'échappement n'est pas mesuré directement, le débit de carburant du moteur doit être communiqué conformément au tableau figurant à l'appendice 2, point 1.

2. Exigences en matière de communication

- 2.1. Accès aux informations composant le flux de données

- 2.1.1. L'accès aux informations composant le flux de données doit être assuré conformément à l'une au moins des séries de normes suivantes:

- a) ISO 27145 et ISO 15765-4 (protocole CAN);
- b) ISO 27145 et ISO 13400 (protocole TCP/IP);
- c) SAE J1939-73.

- 2.1.2. L'UCE doit supporter les services correspondants d'au moins une des normes citées ci-dessus afin de fournir les données figurant dans le tableau 1.

La mise en œuvre de fonctions supplémentaires de la ou des normes dans l'UCE est autorisée, mais non obligatoire.

- 2.1.3. L'accès aux informations du flux de données doit se faire au moyen d'une connexion câblée (outil de lecture externe).

2.2. Communication câblée selon le protocole CAN

- 2.2.1. La vitesse de transmission sur la liaison de données câblée doit être de 250 ou 500 kbs.

- 2.2.2. L'interface de raccordement entre le moteur et les instruments de mesure du PEMS doit être normalisée et satisfaire à toutes les prescriptions de la norme ISO 15031-3 type A (12 volts continu) ou type B (24 volts continu), ou de la norme SAE J1939-13 (12 ou 24 volts continu).

2.3 Prescriptions en matière de documentation

Le constructeur doit indiquer, dans la fiche de renseignements prévue par le règlement d'exécution (UE) 2017/656 de la Commission ⁽¹⁾ relatif aux prescriptions administratives, la ou les normes de communication qu'il a utilisées pour fournir l'accès aux informations composant le flux de données conformément au point 2.1.1.

⁽¹⁾ Règlement d'exécution (UE) 2017/656 de la Commission du 19 décembre 2016 établissant les prescriptions administratives relatives aux limites d'émissions et à la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers conformément au règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil (voir page 364 du présent Journal officiel).

Appendice 8

Rapport d'essai de surveillance en service

1. **Informations concernant le constructeur du moteur**
 - 1.1. Marque [dénomination(s) commerciale(s) du constructeur]
 - 1.2. Nom et adresse du constructeur
 - 1.3. Nom et adresse du représentant agréé du constructeur (s'il y a lieu)
 - 1.4. Nom et adresse des usines d'assemblage/de fabrication
2. **Informations concernant le moteur**
 - 2.1. Désignation du type de moteur/de la famille de moteurs
 - 2.2. Catégorie et sous-catégorie du type de moteur/de la famille de moteurs
 - 2.3. Numéro de réception par type
 - 2.4. Appellation(s) commerciale(s) (le cas échéant)
 - 2.5. Numéro d'identification du moteur
 - 2.6. Année et mois de production du moteur
 - 2.7. Moteur reconditionné
 - 2.8. Cylindrée [dm³]
 - 2.9. Nombre de cylindres
 - 2.10. Puissance nette nominale déclarée/régime nominal déclaré du moteur [kW/tr/min]
 - 2.11. Puissance nette maximale/régime de puissance maximale [kW/tr/min]
 - 2.12. Couple maximal déclaré/régime de couple maximal déclaré du moteur [Nm/tr/min]
 - 2.13. Ralenti (tr/min)
 - 2.14. Courbe de couple à pleine charge fournie par le constructeur disponible (oui/non)
 - 2.15. Numéro de référence de la courbe de couple à pleine charge fournie par le constructeur (oui/non)
 - 2.16. Système réducteur de NO_x (p. ex. RGE, RCS)
 - 2.17. Type de convertisseur catalytique
 - 2.18. Type de piège à particules
 - 2.19. Post-traitement modifié par rapport à la réception par type (oui/non)
 - 2.20. Informations concernant l'UCE (numéro d'étalonnage indiqué dans le logiciel)
3. **Informations concernant l'engin mobile non routier**
 - 3.1. Propriétaire de l'engin mobile non routier
 - 3.2. Catégorie(s) de l'engin mobile non routier
 - 3.3. Constructeur de l'engin mobile non routier
 - 3.4. Numéro d'identification de l'engin mobile non routier
 - 3.5. Numéro d'immatriculation de l'engin mobile non routier et pays d'immatriculation (si disponible)
 - 3.6. Appellation(s) commerciale(s) de l'engin mobile non routier (le cas échéant)
 - 3.7. Année et mois de production de l'engin mobile non routier

4. Sélection du moteur/de l'engin mobile non routier

- 4.1. Méthode de localisation de l'engin mobile non routier ou du moteur
- 4.2. Critères de sélection des engins mobiles non routiers, des moteurs, des familles en service
- 4.3. Lieu où l'engin mobile non routier testé fonctionne habituellement
- 4.4. Heures de fonctionnement au début de l'essai
 - 4.4.1. Engin mobile non routier [h]
 - 4.4.2. Moteur [h]

5. Système portable de mesure des émissions (PEMS)

- 5.1. Alimentation électrique du PEMS: externe/alimenté à partir de l'engin mobile non routier
- 5.2. Marque et type des instruments de mesure (PEMS)
- 5.3. Date d'étalonnage des instruments de mesure (PEMS)
- 5.4. Logiciel de calcul et version utilisée (p. ex. EMROAD 4.0)
- 5.5. Emplacement des capteurs mesurant les conditions ambiantes

6. Conditions d'essai

- 6.1. Date et heure de l'essai
- 6.2. Durée de l'essai [s]
- 6.3. Lieu de l'essai
- 6.4. Conditions atmosphériques et ambiantes générales (p. ex. température, humidité, altitude)
 - 6.4.1. Conditions ambiantes moyennes (calculées à partir des données instantanées mesurées)
- 6.5. Nombre d'heures de fonctionnement par engin/moteur mobile non routier
- 6.6. Informations détaillées concernant le fonctionnement dans des conditions réelles de l'engin mobile non routier
- 6.7. Spécifications du carburant utilisé lors de l'essai
- 6.8. Spécifications de l'huile de lubrification
- 6.9. Spécifications du réactif (le cas échéant)
- 6.10. Brève description du travail exécuté

7. Concentration moyenne des émissions de gaz polluants

- 7.1. Concentration moyenne de HC [ppm] [facultatif]
- 7.2. Concentration moyenne de CO [ppm] [facultatif]
- 7.3. Concentration moyenne de NO_x [ppm] [facultatif]
- 7.4. Concentration moyenne de CO₂ [ppm] [facultatif]
- 7.5. Débit massique moyen de gaz d'échappement [kg/h] [facultatif]
- 7.6. Température moyenne des gaz d'échappement [°C] [facultatif]

8. Masse intégrée des gaz polluants

- 8.1. Émissions de THC [g]
- 8.2. Émissions de CO [g]

- 8.3. Émissions de NO_x [g]
- 8.4. Émissions de CO₂ [g]
9. **Facteurs de conformité de la fenêtre de calcul de moyenne ⁽¹⁾ (calculés conformément aux appendices 2 à 5)**
(Minimum, maximum et 90^e percentile cumulatif)
 - 9.1. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 9.2. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 9.3. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 9.4. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 9.5. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 9.6. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 9.7. Fenêtre de calcul de moyenne de travail: puissance minimale et maximale de la fenêtre de calcul de moyenne [%]
 - 9.8. Fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂, durée minimale et maximale de la fenêtre de calcul de moyenne [s]
 - 9.9. Fenêtre de calcul de moyenne de travail: pourcentage de fenêtres de calcul de moyenne valides
 - 9.10. Fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂: pourcentage de fenêtres de calcul de moyenne valides
 - 9.11. Émissions de CO₂
10. **Facteurs de conformité de la fenêtre de calcul de moyenne (calculés conformément aux appendices 2, 3 et 5 sans détermination des données valides conformément à l'appendice 4 et sans détermination des fenêtres valides conformément aux points 2.2.2. et 2.3.1. de l'appendice 5)**
(Minimum, maximum et 90^e percentile cumulatif)
 - 10.1. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 10.2. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 10.3. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - 10.4. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 10.5. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 10.6. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - 10.7. Fenêtre de calcul de moyenne de travail: puissance minimale et maximale de la fenêtre de calcul de moyenne [%]
 - 10.8. Fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂, durée minimale et maximale de la fenêtre de calcul de moyenne [s]
11. **Vérification des résultats d'essai**
 - 11.1. Réglage du zéro, étalonnage et résultats de la vérification de l'analyseur THC, avant et après l'essai
 - 11.2. Réglage du zéro, étalonnage et résultats de la vérification de l'analyseur de CO avant et après l'essai
 - 11.3. Réglage du zéro, étalonnage et résultats de la vérification de l'analyseur de NO_x avant et après l'essai
 - 11.4. Réglage du zéro, étalonnage et résultats de la vérification de l'analyseur de CO₂ avant et après l'essai

⁽¹⁾ Par «fenêtre de calcul de moyenne», on entend le sous-ensemble de l'ensemble de données complet calculé durant l'essai de surveillance en service dont la masse de CO₂ ou le travail est égal à la masse de CO₂ ou au travail du moteur mesuré sur le cycle d'essais en régime transitoire pour les engins non routiers (NRTC) du laboratoire de référence.

11.5. Résultats du contrôle de cohérence des données conformément à l'appendice 3, point 4

I-1. Données mesurées instantanées

- I-1.1. Concentration de THC [ppm]
- I-1.2. Concentration de CO [ppm]
- I-1.3. Concentration de NO_x [ppm]
- I-1.4. Concentration de CO₂ [ppm]
- I-1.5. Débit massique des gaz d'échappement [kg/h]
- I-1.6. Température des gaz d'échappement [°C]
- I-1.7. Température de l'air ambiant [°C]
- I-1.8. Pression ambiante (kPa)
- I-1.9. Humidité ambiante [g/kg] [facultatif]
- I-1.10. Couple du moteur (Nm)
- I-1.11. Régime du moteur (tr/min)
- I-1.12. Débit de carburant du moteur (g/s)
- I-1.13. Température du liquide refroidissement du moteur [°C]
- I-1.14. Latitude de l'engin mobile non routier [degrés]
- I-1.15. Longitude de l'engin mobile non routier [degrés]

I-2. Données calculées instantanées

- I-2.1. Masse de THC [g/s]
 - I-2.2. Masse de CO [g/s]
 - I-2.3. Masse de NO_x [g/s]
 - I-2.4. Masse de CO₂ [g/s]
 - I-2.5. Masse cumulée de THC [g]
 - I-2.6. Masse cumulée de CO [g]
 - I-2.7. Masse cumulée de NO_x [g]
 - I-2.8. Masse cumulée de CO₂ [g]
 - I-2.9. Débit de carburant calculé (g/s)
 - I-2.10. Puissance du moteur [kW]
 - I-2.11. Travail du moteur [kWh]
 - I-2.12. Durée la fenêtre de calcul de moyenne de travail [s]
 - I-2.13. Puissance moyenne du moteur de la fenêtre de calcul de moyenne de travail (en %)
 - I-2.14. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - I-2.15. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - I-2.16. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de travail [-]
 - I-2.17. Durée de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [s]
 - I-2.18. Facteur de conformité THC de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - I-2.19. Facteur de conformité CO de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
 - I-2.20. Facteur de conformité NO_x de la fenêtre de calcul de moyenne de masse CO₂ [-]
-