

Bruxelles, le 19.12.2016
C(2016) 8381 final

ANNEXES 8 to 17

ANNEXES

au

règlement délégué (UE) .../... de la Commission

complétant le règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen 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

ANNEXE VIII

Prescriptions de performances et procédures d'essai pour les moteurs à double carburant

1. Champ d'application

La présente annexe s'applique aux moteurs à double carburant tels qu'ils sont définis à l'article 3, paragraphe 18, du règlement (UE) 2016/1628 lorsqu'ils fonctionnent simultanément avec un carburant liquide et un carburant gazeux (mode double carburant).

La présente annexe ne s'applique pas aux essais sur les moteurs, y compris les moteurs à double carburant, lorsque ceux-ci fonctionnent uniquement avec des carburants liquides ou uniquement avec des carburants gazeux [c'est-à-dire lorsque le pouvoir énergétique relatif du gaz (GER) est égal à 1 ou à 0 en fonction du type de carburant]. Dans ce cas, les prescriptions sont identiques à celles applicables à un moteur monocarburant.

La réception par type des moteurs fonctionnant simultanément avec une combinaison de plus d'un carburant liquide et un carburant gazeux ou avec une combinaison d'un carburant liquide et de plus d'un carburant gazeux doit suivre la procédure destinée aux nouvelles technologies ou aux nouveaux concepts définie à l'article 33 du règlement (UE) 2016/1628.

2. Définitions et abréviations

Aux fins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent:

- 2.1. «pouvoir énergétique relatif du gaz (GER)», a le sens défini à l'article 3, paragraphe 20, du règlement (UE) 2016/1628, sur la base du pouvoir calorifique inférieur;
- 2.2. « GER_{cycle} » désigne le pouvoir énergétique relatif moyen du gaz lorsque le moteur fonctionne sur le cycle d'essai applicable;
- 2.3. «moteur à double carburant de type 1A» désigne:
 - a) soit un moteur à double carburant d'une sous-catégorie d'engin non routier de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne pendant la partie à chaud du cycle d'essai NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$), qui n'utilise pas exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui ne possède pas de mode carburant liquide;
 - b) soit un moteur à double carburant de toute (sous-)catégorie d'engin non routier autre qu'une sous-catégorie de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0,9$), qui n'utilise pas exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui ne possède pas de mode carburant liquide;
- 2.4. «moteur à double carburant de type 1B» désigne:
 - a) soit un moteur à double carburant d'une sous-catégorie d'engin non routier de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne pendant la partie à chaud du cycle d'essai NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$), qui n'utilise pas exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui possède un mode carburant liquide;
 - b) soit un moteur à double carburant de toute (sous-)catégorie d'engin non routier autre qu'une sous-catégorie de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins

90 % ($GER_{NRSC} \geq 0,9$), qui n'utilise pas exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui possède un mode carburant liquide;

2.5. «moteur à double carburant de type 2 A» désigne:

- a) soit un moteur à double carburant d'une sous-catégorie d'engin non routier de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne pendant la partie à chaud du cycle d'essai NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz compris entre 10 % et 90 % ($0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$) et qui ne possède pas de mode carburant liquide ou qui fonctionne sur la partie à chaud du cycle NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$), mais qui utilise exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui ne possède pas de mode carburant liquide;
- b) soit un moteur à double carburant de toute (sous-)catégorie d'engin non routier autre qu'une sous-catégorie de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz compris entre 10 % et 90 % ($0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$) et qui ne possède pas de mode carburant liquide ou qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0,9$), mais qui utilise exclusivement le carburant liquide au ralenti et qui ne possède pas de mode carburant liquide;

2.6. «moteur à double carburant de type 2 B» désigne:

- a) soit un moteur à double carburant d'une sous-catégorie d'engin non routier de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne pendant la partie à chaud du cycle d'essai NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz compris entre 10 % et 90 % ($0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$) et qui possède un mode carburant liquide ou qui fonctionne sur la partie à chaud du cycle NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$), et qui possède un mode carburant liquide mais qui utilise exclusivement le carburant liquide au ralenti en mode double carburant;
- b) soit un moteur à double carburant de toute (sous-)catégorie d'engin non routier autre qu'une sous-catégorie de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz compris entre 10 % et 90 % ($0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$) et qui ne possède pas de mode carburant liquide ou qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz d'au moins 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0,9$), et qui possède un mode carburant liquide mais qui utilise exclusivement le carburant liquide au ralenti en mode double carburant;

2.7. «moteur à double carburant de type 3 B» désigne:

- a) soit un moteur à double carburant d'une sous-catégorie d'engin non routier de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne pendant la partie à chaud du cycle d'essai NRTC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz de 10 % au plus ($GER_{NRTC, hot} \leq 0,1$) et qui possède un mode carburant liquide;
- b) soit un moteur à double carburant de toute (sous-)catégorie d'engin non routier autre qu'une sous-catégorie de $19 \leq kW \leq 560$, qui fonctionne sur le cycle d'essai NRSC avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz de 10 % au plus ($GER_{NRSC} \leq 0,1$) et qui possède un mode carburant liquide.

3. Prescriptions d'homologation supplémentaires propres aux moteurs à double carburant

3.1. Moteur équipé d'une commande de réglage du cycle GER_{cycle} .

Dans le cas où, pour un type de moteur donné, l'opérateur dispose d'une commande lui permettant de fixer le pouvoir énergétique relatif du gaz en cours de cycle GER_{cycle} à un niveau inférieur au niveau maximum, le GER_{cycle} minimal ne doit pas faire l'objet d'une limite mais le moteur doit être en mesure de respecter les valeurs limites d'émissions pour n'importe quelle valeur du GER_{cycle} autorisée par le constructeur.

4. Prescriptions générales

4.1. Modes de fonctionnement des moteurs à double carburant

4.1.1. Conditions à remplir par un moteur à double carburant pour être utilisé en mode carburant liquide

Un moteur à double carburant ne peut être utilisé en mode carburant liquide que si, pour le fonctionnement en mode carburant liquide, il a été réceptionné conformément aux prescriptions du présent règlement en ce qui concerne le fonctionnement uniquement avec le carburant liquide spécifié.

Lorsqu'un moteur à double carburant a été mis au point à partir d'un moteur à carburant liquide déjà réceptionné, une nouvelle fiche de réception UE par type est exigée pour le mode carburant liquide.

4.1.2. Conditions dans lesquelles un moteur à double carburant peut fonctionner au ralenti en utilisant exclusivement le carburant liquide.

4.1.2.1. Les moteurs à double carburant de type 1A ne doivent pas fonctionner au ralenti en utilisant exclusivement le carburant liquide, sauf s'il est satisfait aux prescriptions énoncées au point 4.1.3 concernant la mise en température et le démarrage.

4.1.2.2. Les moteurs à double carburant de type 1B ne doivent pas fonctionner au ralenti en utilisant exclusivement le carburant liquide en mode double carburant.

4.1.2.3. Les moteurs à double carburant des types 2A, 2B et 3B peuvent fonctionner au ralenti en utilisant exclusivement le carburant liquide.

4.1.3. Conditions dans lesquelles les moteurs à double carburant peuvent utiliser exclusivement le carburant liquide pour la mise en température ou le démarrage.

4.1.3.1. Les moteurs à double carburant des types 1B, 2B et 3B peuvent utiliser exclusivement le carburant liquide pour la mise en température ou le démarrage. Dans le cas où la stratégie de limitation des émissions durant la mise en température ou le démarrage en mode double carburant est identique à la stratégie de limitation des émissions en mode carburant liquide, le moteur peut fonctionner en mode double carburant durant la mise en température ou le démarrage. Si cette condition n'est pas remplie, le moteur en mode carburant liquide doit utiliser exclusivement du carburant liquide durant la mise en température ou le démarrage.

4.1.3.2. Les moteurs à double carburant des types 1A et 2A peuvent utiliser exclusivement du carburant liquide durant la mise en température ou le démarrage. Cependant, dans ce cas, la stratégie doit être déclarée en tant qu'AECS et les prescriptions ci-dessous doivent être respectées:

4.1.3.2.1. La stratégie doit se désactiver lorsque la température du liquide de refroidissement atteint 343 K (70 °C) ou dans les 15 min qui suivent son activation, si ce second terme intervient plus tôt; et

4.1.3.2.2. Le mode service doit être activé pendant le processus.

4.2. Mode service

4.2.1. Conditions à remplir par les moteurs à double carburant pour être utilisés en mode service

Les moteurs fonctionnant en mode service sont soumis à une restriction de fonctionnement et sont provisoirement dispensés des prescriptions concernant les émissions d'échappement et la limitation des émissions de NO_x énoncées dans le présent règlement.

4.2.2. Restriction de fonctionnement en mode service

4.2.2.1. Prescriptions applicables aux catégories de moteurs autres que IWP, IWA, RLL et RLR

La restriction de fonctionnement applicable aux engins mobiles non routiers équipés d'un moteur à double carburant appartenant à une catégorie de moteurs autre que IWP, IWA, RLL et RLR fonctionnant en mode service est le «système d'incitation "sévère"» spécifié à l'annexe IV, appendice 1, point 5.4.

Pour des raisons de sécurité et pour permettre les diagnostics d'autoréparation, le recours à une fonction de désactivation de l'incitation permettant de restituer toute sa puissance au moteur est autorisé conformément à l'annexe V, appendice 1, point 5.5.

La restriction de fonctionnement ne peut être désactivée par ailleurs ni par l'activation ni par la désactivation des systèmes d'alerte et d'incitation spécifiés à l'annexe IV.

L'activation et la désactivation du mode service ne doivent ni activer ni désactiver les systèmes d'alerte et d'incitation définis à l'annexe IV.

4.2.2.2. Prescriptions applicables aux catégories de moteurs IWP, IWA, RLL et RLR

Pour des raisons de sécurité, le fonctionnement en mode service des moteurs appartenant aux catégories IWP, IWA, RLL et RLR, est autorisé sans limite de couple ou de vitesse moteur. Dans le cas où une restriction de fonctionnement aurait été activée conformément au point 4.2.2.3, le journal de l'ordinateur de bord doit enregistrer dans une mémoire non volatile de l'ordinateur tous les incidents de fonctionnement intervenus lorsque le mode service est activé de manière à garantir que l'information ne puisse pas être supprimée intentionnellement.

Les autorités nationales de contrôle doivent pouvoir lire ces enregistrements à l'aide d'un outil d'analyse.

4.2.2.3. Activation de la restriction de fonctionnement

La restriction de fonctionnement doit s'activer automatiquement lorsque le mode service est activé.

Dans le cas où le mode service est activé conformément au point 4.2.3 en raison d'un défaut de fonctionnement du système d'alimentation en gaz, la restriction de fonctionnement doit être activée dans les 30 minutes de fonctionnement suivant l'activation du mode service.

Dans le cas où le mode service est activé parce que le réservoir de gaz est vide, la restriction de fonctionnement doit être activée dès l'activation du mode service.

4.2.2.4. Désactivation de la restriction de fonctionnement

Le système de restriction de fonctionnement doit être désactivé lorsque le moteur n'est plus en mode service.

4.2.3. Non-disponibilité de carburant gazeux en mode double carburant

Afin de permettre aux engins mobiles non routiers d'être déplacés vers un endroit sûr lorsqu'il est détecté que le réservoir de gaz est vide ou que le système d'alimentation en gaz est défectueux:

- a) les moteurs à double carburant des types 1A et 2A doivent passer en mode service;
- b) les moteurs à double carburant des types 1B, 2B et 3B doivent fonctionner en mode carburant liquide.

4.2.3.1. Non-disponibilité de carburant gazeux pour cause de réservoir de carburant vide

Dès que le système de gestion moteur détecte que le réservoir de carburant est vide, le mode service ou, si cela est prescrit au point 4.2.3, le mode carburant liquide, doit être activé.

Lorsque le gaz dans le réservoir atteint le niveau qui déclenche l'activation du système d'alerte conformément au point 4.3.2, le mode service peut être désactivé ou, le cas échéant, le mode double carburant peut être réactivé.

4.2.3.2. Non-disponibilité de carburant gazeux en raison d'un défaut de fonctionnement de l'alimentation en gaz

En cas de défaut de fonctionnement du système d'alimentation en gaz entraînant la non-disponibilité de carburant gazeux, le mode service, ou, le cas échéant conformément au point 4.2.3, le mode carburant liquide, doit être activé lorsque l'alimentation en carburant gazeux est indisponible.

Dès que l'alimentation en carburant gazeux redevient disponible, le mode service peut être désactivé ou, le cas échéant, le mode double carburant peut être réactivé.

4.3. Indicateurs pour mode double carburant

4.3.1. Indicateur de fonctionnement en mode double carburant

Les engins mobiles non routiers doivent disposer d'un signal visuel indiquant à l'opérateur le mode de fonctionnement du moteur (mode double carburant, mode carburant liquide ou mode service).

Cet indicateur, dont les caractéristiques et l'emplacement sont laissés à la discrétion du fabricant d'équipements d'origine (ci-après le «FEO»), peut être intégré à un système d'affichage déjà existant.

Cet indicateur peut être complété par l'affichage d'un message. Le système utilisé pour l'affichage des messages visés au présent point peut être identique à ceux utilisés pour le système de diagnostic de maîtrise des NO_x ou pour d'autres besoins d'entretien.

L'élément visuel constitutif de l'indicateur du mode de fonctionnement en mode double carburant ne doit pas être identique à celui utilisé pour le système de diagnostic de maîtrise des NO_x ou pour d'autres besoins d'entretien.

Les signaux d'alerte relatifs à la sécurité ont toujours la priorité d'affichage sur ceux relatifs au mode de fonctionnement utilisé.

4.3.1.1. L'indicateur de fonctionnement en mode double carburant doit passer au mode service dès l'activation de ce mode (c'est-à-dire avant même qu'il devienne réellement actif) et cette indication doit demeurer affichée aussi longtemps que le mode service est activé.

4.3.1.2. L'indicateur de fonctionnement en mode double carburant doit passer pendant au moins une minute au mode double carburant ou au mode carburant liquide dès que le mode de fonctionnement du moteur passe du mode carburant liquide au mode double carburant et vice versa. Cette indication doit également s'afficher pendant au moins une minute lorsque le contact est mis ou, à la discrétion du constructeur, au moment du démarrage du moteur. Cette indication doit également s'afficher à la demande de l'opérateur.

4.3.2. Système d'alerte en cas de réservoir de carburant gazeux vide (système d'alerte pour mode double carburant)

Les engins mobiles non routiers équipés d'un moteur à double carburant doivent disposer d'un système d'alerte pour mode double carburant qui prévient l'opérateur que le réservoir de carburant gazeux va bientôt être vide.

Ce système d'alerte pour mode double carburant doit rester activé tant que le réservoir n'a pas été rempli jusqu'à un niveau supérieur à celui de l'activation du système d'alerte.

Le système d'alerte peut être temporairement désactivé par d'autres signaux d'alerte relatifs à d'importantes informations de sécurité.

Il ne doit pas être possible de désactiver le système d'alerte pour mode double carburant au moyen d'un outil d'analyse tant que la cause d'activation du signal n'a pas été supprimée.

4.3.2.1. Caractéristiques du système d'alerte pour mode double carburant

Le système d'alerte pour mode double carburant doit consister en un système d'alerte visuel (icône, pictogramme, etc.) qui est laissé au choix du constructeur.

Ce dernier peut, s'il le souhaite, l'associer à un signal sonore. Dans ce cas, la désactivation des avertissements sonores par l'opérateur est permise.

L'élément visuel du système d'alerte pour mode double carburant ne doit pas être identique à celui utilisé pour le système de diagnostic de maîtrise des NO_x ou pour d'autres besoins d'entretien.

En outre, le système d'alerte pour mode double carburant peut aussi afficher des messages courts, notamment des messages indiquant clairement la distance ou le temps restant avant l'activation de la restriction de fonctionnement.

Le système utilisé pour l'affichage des messages ou des alertes visés au présent point peut être identique à celui utilisé pour l'affichage des messages ou des alertes du système de diagnostic de maîtrise des NO_x ou pour d'autres besoins d'entretien.

Une fonction permettant au conducteur de faire varier l'intensité des alertes visuelles fournies par le système d'alerte peut être fournie sur les engins mobiles non routiers destinés aux services de secours ou sur les engins mobiles non routiers conçus et construits pour les forces armées, la protection civile, les pompiers ou les forces de l'ordre.

4.4. Couple communiqué

4.4.1. Couple communiqué lorsqu'un moteur à double carburant fonctionne en mode double carburant

Lorsqu'un moteur à double carburant fonctionne en mode double carburant:

- a) la courbe de couple de référence relevée doit être celle obtenue lorsque le moteur est soumis à l'essai au banc en mode double carburant;
 - b) les couples réels enregistrés (couple indiqué et couple de frottement) doivent être obtenus par fonctionnement en mode double carburant et pas seulement par fonctionnement en mode carburant liquide exclusivement.
- 4.4.2. Couple communiqué lorsqu'un moteur à double carburant fonctionne en mode carburant liquide
- Lorsqu'un moteur à double carburant fonctionne en mode carburant liquide, la courbe de couple de référence relevée doit être celle obtenue lorsque le moteur est soumis à l'essai au banc en mode carburant liquide;
- 4.5. Prescriptions supplémentaires
- 4.5.1. Lorsqu'elles sont utilisées pour un moteur à double carburant, les stratégies d'adaptation doivent satisfaire non seulement aux prescriptions de l'annexe IV, mais aussi aux prescriptions suivantes:
- a) le moteur doit toujours être du type de moteur à double carburant (soit du type 1A, 2B, etc.) qui a été déclaré pour la réception UE par type; et
 - b) dans le cas d'un moteur à double carburant de type 2, la différence entre le GER_{cycle} maximum le plus élevé et le plus bas à l'intérieur de la famille de moteurs ne doit jamais dépasser le pourcentage défini au point 3.1.1., sauf dans les cas autorisés au point 3.2.1.
- 4.6. La réception par type est subordonnée à la fourniture au fabricant de l'équipement d'origine et aux utilisateurs finals d'instructions relatives à l'installation et au fonctionnement du moteur à double carburant, notamment au mode service visé au point 4.2. et au système d'indicateurs pour mode double carburant visé au point 4.3, conformément aux annexes XIV et XV.
5. Prescriptions de performances
- 5.1. Les prescriptions de performances, notamment les valeurs limites d'émissions, et les prescriptions pour la réception UE par type applicables à des moteurs à double carburant sont identiques à celles de n'importe quel moteur de la catégorie de moteurs correspondante, conformément au présent règlement et au règlement (UE) 2016/1628, sauf prescriptions contraires de la présente annexe.
- 5.2. La limite des hydrocarbures (HC) pour le fonctionnement en mode double carburant doit être déterminée au moyen du pouvoir énergétique relatif moyen du gaz (GER) au cours du cycle d'essai spécifié conformément à l'annexe II du règlement (UE) 2016/1628.
- 5.3. Les prescriptions techniques en matière de stratégies de limitation des émissions, notamment la documentation requise pour démontrer l'existence de ces stratégies, les dispositions techniques de lutte contre les manipulations frauduleuses et l'interdiction du recours à un dispositif d'invalidation sont identiques à celles s'appliquant à n'importe quel moteur appartenant à la catégorie de moteurs correspondante conformément à l'annexe IV.
- 5.4. Les prescriptions techniques détaillées concernant la plage associée au cycle d'essai NRSC pertinent dans laquelle est contrôlée la quantité d'émissions pouvant excéder les valeurs limites prévues à l'annexe II du règlement (UE) 2016/1628 sont

identiques à celles de n'importe quel autre moteur de la catégorie de moteurs correspondante conformément à l'annexe IV.

6. Prescriptions en matière de démonstration
 - 6.1. Les prescriptions en matière de démonstration applicables aux moteurs à double carburant sont identiques à celles applicables à n'importe quel moteur de la catégorie de moteurs correspondante, conformément au présent règlement et au règlement (UE) 2016/1628, sauf dans les conditions prévues à la partie 6.
 - 6.2. Le respect des valeurs limites applicables doit être démontré en mode double carburant.
 - 6.3. Pour les types de moteur à double carburant disposant d'un mode carburant liquide (par exemple, les types 1B, 2B, 3B), le respect des valeurs limites applicables doit être en outre démontré en mode carburant liquide.
 - 6.4. Prescriptions supplémentaires en matière de démonstration pour les moteurs de type 2
 - 6.4.1. Le constructeur doit présenter à l'autorité compétente en matière de réception des éléments démontrant que le GER_{cycle} de tous les membres de la famille de moteurs à double carburant reste en deçà du pourcentage indiqué au point 3.1.1 ou, dans le cas des moteurs disposant d'un GER_{cycle} réglable par l'opérateur, qu'il satisfait aux exigences du point 6.5. (Il peut s'agir d'algorithmes, d'analyses fonctionnelles, de calculs, de simulations, de résultats d'essais précédents, etc.).
 - 6.5. Prescriptions supplémentaires en matière de démonstration pour les moteurs disposant d'un GER_{cycle} réglable par l'opérateur
 - 6.5.1. Le respect des valeurs limites applicables doit être démontré pour les valeurs minimales et maximales du GER_{cycle} autorisées par le constructeur.
 - 6.6. Prescriptions relatives à la démonstration de la durabilité d'un moteur à double carburant
 - 6.6.1. Les dispositions de l'annexe III s'appliquent.
 - 6.7. Démonstration du fonctionnement des indicateurs pour mode double carburant, du système d'alerte et de la restriction de fonctionnement
 - 6.7.1. Dans la demande de réception UE par type au titre du présent règlement, le constructeur doit apporter la preuve que les indicateurs de fonctionnement du mode double carburant, ainsi que le système d'alerte et la restriction de fonctionnement fonctionnent conformément aux dispositions de l'appendice 1.
7. Prescriptions visant à assurer le fonctionnement correct des mesures de contrôle des NO_x
 - 7.1. L'annexe IV (prescriptions relatives aux mesures de contrôle des émissions de NO_x) s'applique aux moteurs à double carburant, qu'ils fonctionnent en mode double carburant ou en mode carburant liquide.
 - 7.2. Prescriptions supplémentaires en matière de contrôle des NO_x pour les moteurs à double carburant des types 1B, 2B et 3B
 - 7.2.1. Le couple considéré comme s'appliquant au système d'incitation «sévère» défini à l'annexe IV, appendice 1, point 5.4, doit être le plus bas des couples obtenus en mode carburant liquide et en mode double carburant.

- 7.2.2. Une éventuelle incidence du mode de fonctionnement sur la détection des défauts de fonctionnement ne doit pas justifier la prolongation du délai précédant l'activation du système d'incitation.
- 7.2.3. Pour les défauts de fonctionnement dont la détection ne dépend pas du mode de fonctionnement du moteur, les mécanismes définis dans l'appendice 1 de l'annexe IV, qui sont liés au statut du code défaut ne dépendent pas du mode de fonctionnement du moteur (par exemple, si un code défaut a le statut «possible» en mode double carburant, il passera au statut «confirmé et actif» dès que le défaut sera à nouveau détecté, même en mode carburant liquide).
- 7.2.4. Dans le cas de défauts de fonctionnement dont la détection dépend du mode de fonctionnement du moteur, les codes défaut n'obtiennent pas de statut précédemment actif dans un mode autre que celui dans lequel ils ont obtenu le statut «confirmé et actif».
- 7.2.5. Un changement de mode de fonctionnement (passage du mode double carburant au mode carburant liquide ou inversement) ne doit ni arrêter ni remettre à zéro les mécanismes utilisés pour satisfaire aux prescriptions fixées dans l'annexe IV (par exemple, compteurs). Cependant, si un de ces mécanismes (par exemple un système de diagnostic) dépend du mode de fonctionnement effectif, le compteur associé à ce mécanisme peut, à la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité compétente en matière de réception:
- a) s'arrêter et, le cas échéant, continuer à afficher la même valeur lorsque le mode de fonctionnement change;
 - b) redémarrer et, le cas échéant, reprendre le décompte à partir du point où il s'était arrêté lorsque le mode de fonctionnement est revenu au mode précédent.

Appendice 1

Indicateurs pour mode double carburant, système d'alerte, restriction de fonctionnement des moteurs à double carburant - prescriptions en matière de démonstration

8. Indicateurs pour mode double carburant
 - 8.1. Indicateur de fonctionnement en mode double carburant

Au moment de la réception UE par type, l'aptitude du moteur à activer l'indicateur de fonctionnement en mode double carburant lors du fonctionnement en mode double carburant doit être démontrée.
 - 8.2. Indicateur de fonctionnement en mode carburant liquide

Dans les cas de moteurs des types 1B, 2B ou 3B, au moment de la réception UE par type, l'aptitude du moteur à activer l'indicateur de fonctionnement en mode carburant liquide lors du fonctionnement en mode carburant liquide doit être démontrée.
 - 8.3. Indicateur de fonctionnement en mode service

Au moment de la réception UE par type, l'aptitude du moteur à activer l'indicateur de fonctionnement en mode service lors du fonctionnement en mode service doit être démontrée.

 - 8.3.1. Lorsque l'équipement le permet, la démonstration relative à l'indicateur de fonctionnement en mode service peut être établie simplement par l'activation d'un commutateur d'activation du mode service et par la présentation à l'autorité chargée de la réception de preuves démontrant que l'activation se produit lorsque le mode service est commandé par le moteur lui-même (par exemple, au moyen d'algorithmes, de simulations, de résultats d'essais réalisés en interne, etc...).
9. Système d'alerte

L'aptitude du moteur à commander l'activation du système d'alerte dans le cas où la quantité de carburant gazeux dans le réservoir de carburant gazeux est inférieure au niveau d'alerte doit être démontrée au moment de la réception UE par type. À cette fin, la quantité réelle de carburant gazeux peut être simulée.
10. Restrictions de fonctionnement

Dans le cas d'un moteur à double carburant de type 1A ou de type 2A, l'aptitude du moteur à commander l'activation de la restriction de fonctionnement lorsqu'il est détecté que le réservoir de carburant gazeux est vide ou que le système d'alimentation en gaz est défectueux doit être démontrée au moment de la réception UE par type. À cette fin, les situations de réservoir de carburant gazeux vide et de défaut de fonctionnement de l'alimentation en gaz peuvent être simulées.

 - 10.1. Il suffit d'établir la démonstration dans un des cas d'utilisation caractéristiques sélectionné avec l'accord de l'autorité compétente en matière de réception par type et de lui présenter des preuves démontrant que la restriction de fonctionnement se produit dans d'autres cas d'utilisation possibles (par exemple, au moyen d'algorithmes, de simulations, de résultats d'essais réalisés en interne, etc.).

Appendice 2

Prescriptions relatives aux procédures d'essai d'émissions des moteurs à double carburant

1. Généralités

Le présent point définit les prescriptions et les exceptions supplémentaires de la présente annexe pour l'exécution d'essais d'émissions des moteurs à double carburant, que ces émissions soient uniquement des émissions à l'échappement ou qu'elles soient également des émissions du carter s'ajoutant aux émissions à l'échappement conformément au point 6.10 de l'annexe VI. Si aucune exigence ou exception supplémentaire n'est mentionnée, les prescriptions du présent règlement doivent s'appliquer aux moteurs à double carburant de la même façon qu'elles s'appliquent à n'importe quel type de moteur ou famille de moteurs faisant l'objet d'une réception par type conformément au règlement (UE) 2016/1628.

Le fait que les moteurs à double carburant puissent utiliser des carburants purement liquides ou un mélange de carburants principalement gazeux avec une très petite quantité de carburant liquide en tant que source d'allumage complique la réalisation des essais d'émissions pour ce type de moteurs. Le rapport entre les carburants utilisés par un moteur à double carburant peut également changer de manière dynamique en fonction des conditions de fonctionnement du moteur. Par conséquent, des précautions et des restrictions particulières sont nécessaires afin de permettre les essais d'émissions de ces moteurs.

2. Conditions d'essai

La partie 6 de l'annexe VI s'applique.

3. Procédures d'essai

La partie 7 de l'annexe VI s'applique.

4. Méthodes de mesure

La partie 8 de l'annexe VI s'applique sauf prescriptions contraires de la présente annexe.

Une méthode de mesure de la dilution en circuit principal pour les moteurs à double carburant est illustrée à la figure 6.6 de l'annexe VI (système CVS).

Cette méthode de mesure garantit que les variations dans la composition du carburant durant l'essai influencent à titre principal les résultats de la mesure des hydrocarbures, ce qui doit être compensé par l'une des méthodes décrites au point 5.1.

La mesure des gaz bruts/du débit partiel illustrée à la figure 6.7 de l'annexe VI peut être utilisée avec certaines précautions en ce qui concerne la détermination et les méthodes de calcul du débit massique des gaz d'échappement.

5. Équipement de mesure

La partie 9 de l'annexe VI s'applique.

6. Mesure du nombre de particules émises

L'appendice 1 de l'annexe VI s'applique.

7. Calcul des émissions

Le calcul des émissions doit être effectué conformément à l'annexe VII, sauf prescriptions contraires de la présente annexe. Les exigences supplémentaires énoncées au point 7.1 s'appliquent aux calculs en masse et les exigences supplémentaires énoncées au point 7.2. s'appliquent aux calculs en moles.

Pour calculer les émissions, il faut connaître la composition des carburants utilisés. Lorsqu'un carburant gazeux est fourni avec un certificat confirmant les propriétés du carburant (par exemple, du gaz de bouteilles), la composition indiquée par le fournisseur peut être utilisée. Lorsque la composition n'est pas disponible (par exemple, dans le cas du carburant issu d'une conduite), la composition du carburant doit être analysée avant et après l'essai d'émissions du moteur. Des analyses plus fréquentes sont autorisées et les résultats peuvent être utilisés dans le calcul.

Lorsque le pouvoir énergétique relatif du gaz (GER) est utilisé, il doit répondre à la définition figurant à l'article 3, paragraphe 2, du règlement (UE) 2016/1628 ainsi qu'aux dispositions spécifiques sur les limites d'émissions pour les hydrocarbures (HC) totaux applicables aux moteurs fonctionnant partiellement ou totalement au gaz et qui figurent à l'annexe II dudit règlement. La valeur moyenne du GER au cours du cycle doit être calculée par l'une des méthodes suivantes:

- a) pour la partie démarrage à chaud du cycle d'essai NRTC et pour les essais NRSC à modes raccordés (avec rampe de transition), en divisant la somme des valeurs de GER à chaque point de mesure par le nombre de points de mesure;
- b) pour le cycle d'essai NRSC à modes discrets, en multipliant la moyenne des valeurs de GER relevées pour chacun des modes d'essai par le facteur de pondération correspondant à ce mode et en calculant la somme pour tous les modes. Les facteurs de pondération applicables à chaque cycle figurent à l'annexe XVII, appendice 1.

7.1. Calcul des émissions sur une base massique

La partie 2 de l'annexe VII s'applique sauf prescriptions contraires de la présente annexe.

7.1.1. Correction base sèche/base humide

7.1.1.1. Gaz d'échappement bruts

Les équations (7-3) et (7-4) de l'annexe VII doivent être utilisées pour calculer la correction en conditions sèches/humides.

Les paramètres spécifiques au carburant sont déterminés conformément au point 7.1.5.

7.1.1.2. Gaz d'échappement dilués

L'équation (7-3), et l'équation (7-25) ou l'équation (7-26), de l'annexe VII doivent être utilisées pour calculer la correction en conditions sèches/humides.

Le rapport molaire α pour l'hydrogène de la combinaison des deux carburants doit être utilisé pour calculer la correction en conditions sèches/humides. Ce rapport molaire pour l'hydrogène doit être calculé à partir des valeurs mesurées de consommation de carburant pour les deux carburants conformément au point 7.1.5.

7.1.2. Correction des valeurs d'oxyde d'azote pour l'humidité

La correction des valeurs de NO_x pour l'humidité en ce qui concerne les moteurs à allumage par compression doit être effectuée conformément à l'équation (7-9) à l'annexe VII.

7.1.3. Dilution du flux partiel et mesure des émissions gazeuses brutes

7.1.3.1. Détermination du débit massique des gaz d'échappement

Le débit massique des gaz d'échappement doit être déterminé à l'aide d'un débitmètre pour gaz d'échappement bruts tel qu'il est décrit au point 9.4.5.3 de l'annexe VI.

Alternativement, la méthode de la mesure du débit d'air et du rapport air/carburant des équations (7-17) à (7-19) de l'annexe VII peut être utilisée uniquement dans les cas où les valeurs α , γ , δ et ε sont déterminées conformément au point 7.1.5.3. L'utilisation d'un capteur du type à oxyde de zirconium pour déterminer le rapport air/carburant n'est pas autorisée.

Dans le cas d'essais de moteurs soumis à des cycles d'essai en conditions stationnaires, seul le débit massique des gaz d'échappement peut être déterminé par la méthode de la mesure du débit d'air et de carburant, conformément à l'équation (7-15) de l'annexe VII.

7.1.3.2. Détermination des constituants gazeux

Le point 2.1 de l'annexe VII s'applique sauf prescriptions contraires dans la présente partie.

La possible variation de la composition du carburant influencera tous les facteurs u_{gas} et tous les rapports molaires des composants utilisés dans le calcul des émissions. L'une des approches suivantes doit être utilisée pour déterminer les facteurs u_{gas} et les rapports molaires des composants, à la discrétion du constructeur.

- a) Les équations exactes figurant au point 2.1.5.2 ou 2.2.3 de l'annexe VII doivent être appliquées pour calculer les valeurs instantanées de u_{gas} sur la base des proportions instantanées de carburant liquide et de carburant gazeux (déterminées à partir des mesures ou des calculs de la consommation instantanée de carburant) et sur la base des rapports molaires instantanés des composants déterminés conformément au point 7.1.15; ou
- b) lorsque le calcul en masse de la partie 2 de l'annexe VII est utilisé dans le cas spécifique d'un moteur à double carburant fonctionnant avec un carburant gazeux et du gazole, les valeurs du tableau peuvent être utilisées pour les rapports molaires des composants et pour les valeurs u_{gas} . Les valeurs du tableau s'appliquent comme suit:
 - i. Pour les moteurs fonctionnant au cours du cycle d'essai applicable avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz supérieur ou égal à 90 % ($GER \geq 0,9$), les valeurs requises doivent être celles correspondant au carburant gazeux dans les tableaux 7.1 ou 7.2 de l'annexe VII.
 - ii. Pour les moteurs fonctionnant au cours du cycle d'essai applicable avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz compris entre 10 % et 90 % ($0,1 < GER < 0,9$), les valeurs requises sont supposées être représentées par celles correspondant à un mélange de 50 % de carburant gazeux et de 50 % de gazole et figurant dans les tableaux 8.1 à 8.2.
 - iii. Pour les moteurs fonctionnant au cours du cycle d'essai applicable avec un pouvoir énergétique relatif moyen du gaz inférieur ou égal à 10 % ($GER \leq 0,1$), les valeurs requises doivent être celles correspondant au gazole et figurant dans les tableaux 7.1 ou 7.2 de l'annexe VII.

- iv. Pour le calcul des émissions d'hydrocarbures (HC), la valeur u_{gas} du carburant gazeux doit être utilisée dans tous les cas, quel que soit le pouvoir énergétique relatif moyen du gaz (GER).

Tableau 8.1.

Rapports molaires des composants pour un mélange constitué à 50 % de carburant gazeux et à 50 % de gazole (masse en%)

Carburant gazeux	α	γ	δ	ε
CH ₄	2,8681	0	0	0,0040
G _R	2,7676	0	0	0,0040
G ₂₃	2,7986	0	0,0703	0,0043
G ₂₅	2,7377	0	0,1319	0,0045
Propane	2,2633	0	0	0,0039
Butane	2,1837	0	0	0,0038
GPL	2,1957	0	0	0,0038
GPL A	2,1740	0	0	0,0038
GPL B	2,2402	0	0	0,0039

7.1.3.2.1. Masse par essai des émissions gazeuses

Dans le cas où les équations exactes sont appliquées pour calculer les valeurs instantanées de u_{gas} conformément au point 7.1.3.2 a), alors, lors du calcul de la masse par essai des émissions gazeuses pour les cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC) et à modes raccordés (avec rampe de transition), les valeurs u_{gas} doivent être incluses dans la somme figurant à l'équation (7-2) du point 2.1.2 de l'annexe VII au moyen de l'équation (8-1):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot \sum_{i=1}^N (u_{gas,i} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \quad (8-1)$$

où:

$u_{gas,i}$ est la valeur instantanée de u_{gas}

Les autres termes de l'équation sont définis au point 2.1.2 de l'annexe VII.

Tableau 8.2.

Valeurs u_{gas} des gaz d'échappement bruts et densités des composants pour les mélanges constitués à 50 % de carburant gazeux et à 50 % de gazole (masse en %)

Carburant gazeux	Gaz						
	ρ_e	NO _x	CO	HC	CO ₂	O ₂	CH ₄
		ρ_{gas} [kg/m ³]					
		2,053	1,250	a)	1,9636	1,4277	0 716
u_{gas} b)							

GNC/GNL^(c)	1,2786	0,001606	0,000978	0,000528 ^(c)	0,001536	0,001117	0,000560
Propane	1,2869	0,001596	0,000972	0,000510	0,001527	0,001110	0,000556
Butane	1,2883	0,001594	0,000971	0,000503	0,001525	0,001109	0,000556
GPL^(e)	1,2881	0,001594	0,000971	0,000506	0,001525	0,001109	0,000556
a) en fonction du carburant b) à $\lambda = 2$, air sec, 273 K, 101,3 kPa c) valeurs u exactes à 0,2 % près pour la composition massique de: C = 58 - 76 %; H = 19 - 25 %; N = 0 - 14 % (CH ₄ , G ₂₀ , G ₂₃ , et G ₂₅) d) HCNM sur la base de CH _{2,93} (pour les HC totaux, le coefficient u_{gas} de CH ₄ doit être utilisé). e) valeurs u exactes à 0,2 % près pour la composition massique de: C ₃ = 27 - 90 %; C ₄ = 10 - 73 % (GPL A et B)							

7.1.3.3. Mesure des émissions de particules

Pour la détermination des émissions de particules au moyen de la méthode de mesure par dilution du flux partiel, le calcul doit être effectué selon les équations figurant au point 2.3 de l'annexe VII.

Les exigences du point 8.2.1.2 de l'annexe VI doivent s'appliquer pour le contrôle du taux de dilution. En particulier, si le temps de transformation combiné de la mesure du débit des gaz d'échappement et du système de dilution du flux partiel dépasse 0 s, on utilise un réglage prédictif basé sur un essai préenregistré. Dans ce cas, le temps de montée combiné doit être ≤ 1 s et le temps de retard combiné ≤ 10 s. À l'exception du cas où le débit massique des gaz d'échappement est mesuré directement, la détermination du débit massique des gaz d'échappement utilise des valeurs de α , γ , δ et ε déterminées conformément au point 7.1.5.3.

La vérification de la qualité doit être effectuée pour chaque mesure conformément au point 8.2.1.2 de l'annexe VI.

7.1.3.4. Exigences supplémentaires relatives au débitmètre massique pour gaz d'échappement

Le débitmètre visé aux points 9.4.1.6.3 et 9.4.1.6.3.3 de l'annexe VI ne doit pas être sensible aux modifications de composition et de densité des gaz d'échappement. Les petites erreurs de mesure dues aux mesures effectuées, par exemple, à l'aide d'un tube de Pitot ou par plaque à orifice (équivalent à la racine carrée de la densité du gaz d'échappement) peuvent être négligées.

7.1.4. Mesure des émissions par dilution du flux total (système CVS)

Le point 2.2 de l'annexe VII s'applique sauf prescriptions contraires dans la présente partie.

La possible variation de la composition du carburant influencera principalement la valeur u_{gas} figurant dans les tableaux pour les hydrocarbures. Les équations exactes doivent être appliquées pour le calcul des émissions d'hydrocarbures à l'aide des rapports molaires des composants déterminés à partir des mesures de la consommation de carburant pour les deux carburants conformément au point 7.1.5.

7.1.4.1. Détermination des concentrations ambiantes corrigées (point 5.2.5.)

Afin de déterminer le facteur stœchiométrique, le rapport molaire de l'hydrogène α du carburant doit être calculé comme étant le rapport molaire moyen de l'hydrogène pour le mélange de carburants lors de l'essai effectué conformément au point 7.1.5.3.

À titre alternatif, la valeur F_s du carburant gazeux peut être utilisée dans l'équation (7-28) de l'annexe VII.

7.1.5. Détermination des rapports molaires des composants

7.1.5.1. Généralités

La présente partie doit être utilisée pour la détermination des rapports molaires des composants lorsque le mélange de carburants est connu (méthode exacte).

7.1.5.2. Calcul des composants du mélange de carburants

Les équations (8-2) à (8-7) doivent être utilisées pour calculer la composition élémentaire du mélange de carburants:

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8-2)$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-3)$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-4)$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-5)$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-6)$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8-7)$$

où:

q_{mf1} est le débit massique du carburant 1, en kg/s

q_{mf2} est le débit massique du carburant 2, en kg/s

w_H est la teneur en hydrogène du carburant, en % massique

w_C est la teneur en carbone du carburant, en % massique

w_S est la teneur en soufre du carburant, en % massique

w_N est la teneur en azote du carburant, en % massique

w_O est la teneur en oxygène du carburant, en % massique

Calcul des rapports molaires pour H, C, S, N et O par rapport à C correspondant au mélange de carburants

Le calcul des rapports atomiques (notamment le rapport H/C α) est fourni à l'annexe VII au moyen des équations (8-8) à (8-11):

$$\alpha = 11.9164 \cdot \frac{w_H}{w_C} \quad (8-8)$$

$$\gamma = 0.37464 \cdot \frac{w_S}{w_C} \quad (8-9)$$

$$\delta = 0.85752 \cdot \frac{w_N}{w_C} \quad (8-10)$$

$$\varepsilon = 0.75072 \cdot \frac{w_O}{w_C} \quad (8-11)$$

où:

w_H est la teneur en hydrogène du carburant, en fraction massique [g/g] ou [pourcentage massique]

w_C est la teneur en carbone du carburant, en fraction massique [g/g] ou [en pourcentage massique]

w_S est la teneur en soufre du carburant, en fraction massique [g/g] ou [en pourcentage massique]

w_N est la teneur en azote du carburant, en fraction massique [g/g] ou [en pourcentage massique]

w_O est la teneur en oxygène du carburant, en fraction massique [g/g] ou [en pourcentage massique]

α rapport molaire de l'hydrogène (H/C)

γ rapport molaire du soufre (S/C)

δ rapport molaire de l'azote (N/C)

ε rapport molaire de l'oxygène (O/C)

sur la base d'un carburant $CH\alpha O\varepsilon N\delta S\gamma$

7.2. Calcul des émissions sur une base molaire

La partie 3 de l'annexe VII s'applique sauf prescriptions contraires de la présente partie.

7.2.1. Correction des valeurs d'oxyde d'azote pour l'humidité

L'équation (7-102) de l'annexe VII (correction pour les moteurs à allumage par compression) doit être utilisée.

7.2.2. Détermination du débit massique des gaz d'échappement sans utiliser un débitmètre pour gaz d'échappement

L'équation (7-112) de l'annexe VII (calcul du débit molaire sur la base de l'air d'admission) doit être utilisée. L'équation (7-113) de l'annexe VII (calcul du débit molaire sur la base du débit massique du carburant) peut être utilisée alternativement uniquement lors d'un cycle d'essai NRSC.

7.2.3. Rapports molaires des composants pour la détermination des composants gazeux

L'approche exacte doit être utilisée pour déterminer les rapports molaires des composants sur la base des proportions instantanées des carburants liquides et gazeux définies à partir des mesures instantanées de la consommation de carburant ou à partir de calculs. Les rapports molaires instantanés des composants doivent être utilisés dans les équations (7-91), (7-89), et (7-94) de l'annexe VII pour maintenir l'équilibre chimique.

La détermination des rapports doit s'effectuer selon le point 7.2.3.1 ou selon le point 7.1.5.3.

Les carburants gazeux, en mélange ou provenant d'une conduite, peuvent contenir des quantités non négligeables de constituants inertes tels que le CO₂ et le N₂. Le constructeur doit inclure ces constituants dans le calcul des rapports atomiques figurant au point 7.2.3.1 ou au point 7.1.5.3, selon le cas, ou, alternativement, le constructeur doit exclure les constituants inertes des rapports atomiques et les attribuer comme il convient aux paramètres x_{O_2int} , x_{CO_2int} , et x_{H_2Oint} correspondant à l'air d'admission à équilibre chimique au point 3.4.3 de l'annexe VII.

7.2.3.1. Détermination des rapports molaires des composants

Les rapports molaires instantanés des composants correspondant au nombre d'atomes d'hydrogène, d'oxygène, de soufre et d'azote par rapport au nombre d'atomes de carbone dans le mélange de carburants des moteurs à double carburant peuvent être calculés au moyen des équations (8-12) à (8-15):

$$\alpha(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_H \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_O \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{S,gas})]}{M_S \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_C \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{N,gas})]}{M_N \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8-15)$$

où:

$w_{i,fuel}$ = la fraction massique de l'élément considéré, C, H, O, S, ou N, du carburant liquide ou gazeux;

$\dot{m}_{liquid}(t)$ = le débit massique instantané du carburant liquide à l'instant t, [en kg/h];

$\dot{m}_{gas}(t)$ = le débit massique instantané du carburant gazeux à l'instant t, [en kg/h];

Dans les cas où le débit massique des gaz d'échappement est calculé sur la base du débit du mélange de carburants, alors w_C dans les équations (7-111) de l'annexe VII doit être calculé au moyen de l'équation (8-16):

$$w_C = \frac{\dot{m}_{liquid} \times w_{C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{liquid} + \dot{m}_{gas}} \quad (8-16)$$

où:

w_C = la fraction massique du carbone dans le gazole ou dans le carburant gazeux;

\dot{m}_{liquid} = le débit massique du carburant liquide, [en kg/h];

\dot{m}_{gas} = le débit massique du carburant gazeux, [en kg/h].

7.3. Détermination du CO₂

L'annexe VII s'applique excepté lorsque le moteur est soumis aux cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC) ou à modes raccordés sur la base d'un échantillonnage de gaz bruts.

7.3.1. Détermination du CO₂ lors des cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC) ou à modes raccordés sur la base d'un échantillonnage de gaz bruts.

Le calcul des émissions de CO₂ à partir de la mesure du CO₂ dans les gaz d'échappement conformément à l'annexe VII ne s'applique pas. En revanche, les prescriptions ci-après s'appliquent:

La consommation mesurée moyenne de carburant durant l'essai doit être déterminée sur la base de la somme des valeurs instantanées relevées au cours du cycle et doit servir de base au calcul des émissions moyennes de CO₂ durant l'essai.

Le rapport molaire de l'hydrogène et les fractions massiques du mélange de carburants durant l'essai sont déterminés sur la base de la masse de chaque carburant consommé, conformément à la partie 7.1.5.

La masse totale corrigée des deux carburants $m_{fuel,corr}$ [en g/essai] et l'émission de CO₂ en masse provenant du carburant $m_{CO_2, fuel}$ [en g/essai] doivent être déterminées à l'aide des équations (8-17) et (8-18).

$$m_{fuel,corr} = m_{fuel} - \left(m_{THC} + \frac{A_C + \alpha \cdot A_H}{M_{CO}} x m_{CO} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{EPS}}{100} * m_{fuel} \right) \quad (8-17)$$

$$m_{CO_2, fuel} = \frac{M_{CO_2}}{A_C + \alpha \cdot A_H} * m_{fuel,corr} \quad (8-18)$$

où:

m_{fuel} = masse totale de carburant pour les deux carburants [en g/essai]

m_{THC} = masse des émissions totales d'hydrocarbures dans les gaz d'échappement [en g/essai]

m_{CO} = masse des émissions de monoxyde de carbone dans les gaz d'échappement [en g/essai]

w_{GAM} = teneur en soufre des carburants [en pourcentage massique]

w_{DEL} = teneur en soufre des carburants [en pourcentage massique]

w_{EPS} = teneur en oxygène des carburants [en pourcentage massique]

α = est le rapport molaire de l'hydrogène des carburants (H/C) [-]

A_C = masse atomique du carbone: 12,011 [g/mol]

A_H = masse atomique de l'hydrogène: 1,0079 [g/mol]

M_{CO} = masse moléculaire du monoxyde de carbone: 28,011 [g/mol]

M_{CO_2} = masse moléculaire du dioxyde de carbone: 44,01 [g/mol]

Les émissions de CO₂ résultant de l'urée $m_{\text{CO}_2,\text{urea}}$ [g/essai] doivent être calculées au moyen de l'équation (8-19):

$$m_{\text{CO}_2,\text{urea}} = \frac{c_{\text{urea}}}{100} \times \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2}} \times m_{\text{urea}} \quad (8-19)$$

où:

c_{urea} = concentration d'urée [en %]

m_{urea} = consommation massique totale d'urée [en g/essai]

$M_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2}$ = masse moléculaire de l'urée: 60 056 [g/mol]

Les émissions totales de CO₂ m_{CO_2} [en g/essai] doivent alors être calculées au moyen de l'équation (8-20):

$$m_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2,\text{fuel}} + m_{\text{CO}_2,\text{urea}} \quad (8-20)$$

Les émissions totales de CO₂ calculées au moyen de l'équation (8-20) doivent être utilisées dans le calcul des émissions de CO₂ spécifiques au frein, e_{CO_2} [g/kWh] dans la section 2.4.1.1 ou 3.8.1.1 de l'annexe VII. Le cas échéant, la correction pour la présence de CO₂ dans les gaz d'échappement due à la présence de CO₂ dans le carburant gazeux doit être effectuée conformément à l'appendice 3 de l'annexe IX.

Appendice 3

Types de moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel/biométhane ou au GPL et avec un carburant liquide - illustration des définitions et prescriptions principales

Type de moteur à double carburant	GER_{cycle}	Ralenti (carburant liquide)	Mise en température (carburant liquide)	Fonctionnement (carburant liquide uniquement)	Fonctionnement en l'absence de carburant gazeux	Remarques
1A	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ou $GER_{NRSC} \geq 0,9$	NON autorisé	Autorisé seulement en mode service	Autorisé seulement en mode service	Mode service	
1B	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ou $GER_{NRSC} \geq 0,9$	Autorisé seulement en mode carburant liquide	Autorisé seulement en mode carburant liquide	Autorisé seulement en mode service et en mode carburant liquide	Mode carburant liquide	
2 A	$0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ ou $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Autorisé	Autorisé seulement en mode service	Autorisé seulement en mode service	Mode service	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ou $GER_{NRSC} \geq 0,9$ Autorisé
2 B	$0,1 < GER_{NRTC, hot} < 0,9$ ou $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$	Autorisé	Autorisé	Autorisé	Mode carburant liquide	$GER_{NRTC, hot} \geq 0,9$ ou $GER_{NRSC} \geq 0,9$ autorisé
3 A	Ni défini ni autorisé					
3 B	$GER_{NRTC, hot} \leq 0,1$ ou $GER_{NRSC} \leq 0,1$	Autorisé	Autorisé	Autorisé	Mode carburant liquide	

ANNEXE IX
Carburants de référence

1. Caractéristiques techniques des carburants à utiliser pour l'essai de moteurs à allumage par compression

1.1. Type: Gazole (gazole non routier)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane ²		45	56,0	EN ISO 5165
Masse volumique à 15 °C	kg/m ³	833	865	EN ISO 3675
Distillation:				
point 50 %	°C	245	-	EN ISO 3405
point 95 %	°C	345	350	EN ISO 3405
- Point d'ébullition final	°C	-	370	EN ISO 3405
Point d'éclair	°C	55	-	EN 22719
Température limite de filtrabilité	°C	-	-5	EN 116
Viscosité à 40 °C	mm ² /s	2,3	3,3	EN ISO 3104
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% (m/m)	2,0	6,0	IP 391
Teneur en soufre ³	mg/kg	-	10	ASTM D 5453
Corrosion du de cuivre		-	Classe 1	EN ISO 2160
Résidu de carbone Conradson (résidu de distillation de 10 %)	% (m/m)	-	0,2	EN ISO 10370
Teneur en cendres	% (m/m)	-	0,01	EN ISO 6245
Contamination totale	mg/kg	-	24	EN 12662
Teneur en eau	% (m/m)	-	0,02	EN ISO 12937
Indice de neutralisation (acide fort)	mg KOH/g	-	0,10	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation ³	mg/ml	-	0 025	EN ISO 12205
Lubrifiante (diamètre de la marque d'usure à l'issue de l'essai HFRR à 60 °C)	µm	-	400	CEC F-06-A-96
Stabilité à l'oxydation à 110 °C ³	H	20,0	-	EN 15751
EMAG	% v/v	-	7,0	EN 14078

¹ Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers — détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité).

Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et la valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les dispositions de la norme ISO 4259 devraient être appliquées.

² La plage indiquée pour l'indice de cétane n'est pas conforme à la valeur spécifiée de 4R pour l'étendue minimale. Toutefois, pour trancher toute contestation éventuelle entre le fournisseur et l'utilisateur de carburant, la norme ISO 4259 peut être appliquée, à condition qu'un nombre suffisant de mesures soit effectué pour atteindre la précision nécessaire, ceci étant préférable à des mesures uniques.

³ Malgré les mesures prises pour assurer la stabilité à l'oxydation, il est vraisemblable que la durée de conservation des produits sera limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions de stockage et à la durée de vie.

1.2. Type: Éthanol pour moteurs à allumage par compression dédiés (ED95)1

Paramètre	Unité	Limites ²		Méthode d'essai ³
		Minimum	Maximum	
Alcool total (éthanol, y compris la teneur en alcools saturés supérieurs)	% (m/m)	92,4		EN 15721
Autres mono-alcools saturés supérieurs (C ₃ -C ₅)	% (m/m)		2,0	EN 15721
Méthanol	% (m/m)		0,3	EN 15721
Masse volumique à 15 °C	kg/m ³	793,0	815,0	EN ISO 12185
Acidité, calculée sous forme d'acide acétique	% m/m		0,0025	EN 15491
Apparence		Claire et limpide		
Point d'éclair	°C	10		EN 3679
Résidu sec	mg/kg		15	EN 15691
Teneur en eau	% (m/m)		6,5	EN 15489 ⁴ EN ISO 12937 EN15692
Aldéhydes, calculés sous forme d'acétaldéhyde	% (m/m)		0,0050	ISO 1388-4
Esters, calculés sous forme d'acétate d'éthyle	% (m/m)		0,1	ASTM D1617
Teneur en soufre	mg/kg		10,0	EN 15485 EN 15486
Sulfates	mg/kg		4,0	EN 15492
Contamination particulaire	mg/kg		24	EN 12662
Phosphore	mg /l		0,20	EN 15487
Chlorure inorganique	mg/kg		1,0	EN 15484 ou EN 15492
Cuivre	mg/kg		0,100	EN 15488
Conductivité électrique	µS/cm		2,50	DIN 51627-4 ou prEN 15938
<p><i>Remarques:</i></p> <p>¹ Des additifs, tels que des améliorants de l'indice de cétane spécifiés par le constructeur du moteur, peuvent être ajoutés au carburant éthanol pour autant qu'ils n'aient pas d'effets secondaires négatifs connus. Si ces conditions sont satisfaites, la quantité maximale autorisée est de 10 % m/m.</p> <p>² Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers — détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et une valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les dispositions de la norme ISO 4259 devraient être appliquées.</p> <p>³ Des méthodes EN/ISO équivalentes seront adoptées lorsqu'elles auront été publiées pour les caractéristiques susmentionnées.</p> <p>⁴ Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les dispositions de la norme EN 15489 devraient être appliquées.</p>				

2. Caractéristiques techniques des carburants à utiliser pour l'essai de moteurs à allumage commandé

2.1. Type: Essence (E10)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai ²
		Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherche (RON)		91,0	98,0	EN ISO 5164:2005 ³
Indice d'octane moteur (MON)		83,0	89,0	EN ISO 5163:2005 ³
Masse volumique à 15 °C	kg/m ³	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Pression de vapeur	kPa	45,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en eau			Max 0,05 % v/v Apparence à -7 °C: claire et limpide	EN 12937
Distillation:				
- évaporation à 70 °C	% v/v	18,0	46,0	EN ISO 3405
- évaporation à 100 °C	% v/v	46,0	62,0	EN ISO 3405
- évaporation à 150 °C	% v/v	75,0	94,0	EN ISO 3405
- point d'ébullition final	°C	170	210	EN ISO 3405
Résidu	% v/v	—	2,0	EN ISO 3405
Analyse des hydrocarbures:				
- oléfines	% v/v	3,0	18,0	EN 14517 EN 15553
- aromatiques	% v/v	19,5	35,0	EN 14517 EN 15553
- benzène	% v/v	—	1,0	EN 12177 EN 238, EN 14517
- saturés	% v/v	Valeur déclarée		EN 14517 EN 15553
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		
Période d'induction ⁴	minutes	480		EN ISO 7536
Teneur en oxygène ⁵	% (m/m)	3,3 ⁸	3,7	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Gommes présentes	mg/ml	—	0,04	EN ISO 6246
Teneur en soufre ⁶	mg/kg	—	10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Corrosion du cuivre (3 heures à 50 °C)	évaluation	—	Classe 1	EN ISO 2160
Teneur en plomb	mg /l	—	5	EN 237
Teneur en phosphore ⁷	mg /l	—	1,3	ASTM D 3231
Éthanol ⁴	% v/v	9,0 ⁸	10,2 ⁸	EN 22854

Remarques:

- 1 Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers — détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R au-dessus de la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et la valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les dispositions de la norme ISO 4259 devraient être appliquées.
- 2 Des méthodes EN/ISO équivalentes seront adoptées lorsqu'elles auront été publiées pour les caractéristiques susmentionnées.
- 3 Un facteur de correction de 0,2 pour MON et RON doit être soustrait pour le calcul du résultat final conformément à EN 228:2008.
- 4 Le carburant peut contenir des additifs antioxydants et des inhibiteurs de catalyse métallique normalement utilisés pour stabiliser les flux d'essence en raffinerie; il ne faut cependant pas y ajouter d'additifs détergents ou dispersants ni d'huiles solvantes.
- 5 Le seul composé oxygéné pouvant être ajouté délibérément au carburant de référence est l'éthanol conforme à la spécification EN 15376.
- 6 Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour l'essai du type 1.
- 7 Il ne doit y avoir aucune adjonction délibérée de composés contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb à ce carburant de référence.
- 8 La teneur en éthanol et la teneur en oxygène correspondante peuvent être nulles pour les moteurs de catégorie SMB, à la discrétion du constructeur. Dans ce cas, tous les essais de la famille de moteurs ou du type de moteurs, en l'absence d'une famille, doivent être effectués à l'aide d'essence d'une teneur en éthanol nulle.

2.2. Type: Éthanol (E85)

Paramètre	Unité	Limites ¹		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherche (RON)		95,0	—	EN ISO 5164
Indice d'octane moteur (MON)		85,0	—	EN ISO 5163
Masse volumique à 15 °C	kg/m ³	Valeur déclarée		ISO 3675
Pression de vapeur	kPa	40,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en soufre ²	mg/kg	—	10	EN 15485 ou EN 15486
Stabilité à l'oxydation	Minutes	360		EN ISO 7536
Teneur en gommes présentes (lavées au solvant)	mg/100 ml	—	5	EN ISO 6246
Apparence Doit être déterminée à température ambiante ou à la température de 15 °C, si celle-ci est supérieure		Claire et limpide, sans traces visibles de contaminants en suspension ou précipités		Inspection visuelle
Éthanol et alcools supérieurs ³	% v/v	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517 E DIN 51627-3
Alcools supérieurs (C ₃ -C ₈)	% v/v	—	2,0	E DIN 51627-3
Méthanol	% v/v		1,00	E DIN 51627-3
Essence ⁴	% v/v	Reste		EN 228
Phosphore	mg /l	0,20 ⁵		EN 15487
Teneur en eau	% v/v		0,300	EN 15489 ou EN 15692
Teneur en chlorures inorganiques	mg /l		1	EN 15492
pHe		6,5	9,0	EN 15490
Corrosion sur lame de cuivre (3 heures à 50 °C)	Évaluation	Classe 1		EN ISO 2160
Acidité (sous forme d'acide acétique CH ₃ COOH)	% (m/m) (mg/l)	—	0,0050 (40)	EN 15491
Conductivité électrique	µS/cm	1,5		DIN 51627-4 ou prEN 15938
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		

Remarques:

- ¹ Les valeurs indiquées dans les spécifications sont des valeurs vraies. Les valeurs limites ont été déterminées conformément à la norme ISO 4259 intitulée «Produits pétroliers — détermination et application des valeurs de fidélité relatives aux méthodes d'essai» et pour la fixation d'une valeur minimale, une différence minimale de 2R au-dessus de la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'une valeur maximale et d'une valeur minimale, la différence minimale est de 4R (R = reproductibilité). Nonobstant cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburants doit néanmoins viser à respecter une valeur zéro, lorsque la valeur maximale stipulée est de 2R, et la valeur moyenne, lorsque des limites maximale et minimale sont spécifiées. Au cas où il serait nécessaire de vérifier le respect des spécifications pour un carburant, les dispositions de la norme ISO 4259 devraient être appliquées.
- ² Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais d'émissions.
- ³ L'éthanol conforme aux spécifications de la norme EN 15376 est le seul composé oxygéné qui peut être ajouté intentionnellement au carburant de référence.
- ⁴ La teneur en essence sans plomb peut être déterminée comme 100 moins la somme de la teneur en pourcentage d'eau, d'alcools, de MTBE et de ETBE.
- ⁵ Il ne doit y avoir aucune adjonction délibérée de composés contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb à ce carburant de référence.

3. Caractéristiques techniques des carburants gazeux à utiliser pour l'essai de moteurs monocarburant et de moteurs à double carburant

3.1. Type: GPL

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Méthode d'essai
Composition:				EN 27941
Teneur en C ₃	% v/v	30 ± 2	85 ± 2	
Teneur en C ₄	% v/v	Reste ¹	Reste ¹	
< C ₃ , > C ₄	% v/v	Maximum 2	Maximum 2	
Oléfines	% v/v	Maximum 12	Maximum 15	
Résidu d'évaporation	mg/kg	Maximum 50	Maximum 50	EN 15470
Eau à 0 °C		Exempt	Exempt	EN 15469
Teneur totale en soufre, y compris odorant	mg/kg	Maximum 10	Maximum 10	EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667
Sulfure d'hydrogène		Néant	Néant	EN ISO 8819
Corrosion sur lame de cuivre (1 heure à 40 °C)	Évaluation	Classe 1	Classe 1	ISO 6251 ²
Odeur		Caractéristique	Caractéristique	
Indice d'octane moteur ³		Minimum 89,0	Minimum 89,0	EN 589 annexe B
<p><i>Remarques:</i></p> <p>¹ «Reste» doit être lu comme suit: $\text{reste} = 100 - C_3 - <C_3 - >C_4$.</p> <p>² Avec cette méthode, il peut être impossible de déterminer de manière exacte la présence de substances corrosives si l'échantillon contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres agents chimiques qui réduisent la corrosivité de l'échantillon à l'égard de la lame de cuivre. L'ajout de tels composés à la seule fin de fausser les résultats est donc interdit.</p> <p>³ À la demande du constructeur du moteur, un indice MON plus élevé pourrait être utilisé pour effectuer les essais de réception par type.</p>				

3.2. Type: Gaz naturel/biométhane

3.2.1. Spécifications pour les carburants de référence fournis avec des propriétés déterminées (à partir d'un récipient scellé, par exemple)

Alternativement aux carburants de référence du présent point, les carburants équivalents du point 3.2.2. peuvent être utilisés.

Caractéristiques	Unités	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimum	Maximum	
Carburant de référence G_R					
Composition:					
Méthane		87	84	89	
Éthane		13	11	15	
Reste ¹	% mole	—	—	1	ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m ³ ²	—		10	ISO 6326-5
<i>Remarques:</i> ¹ Inertes + C ₂₊ ² Valeur à déterminer aux conditions normales [293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa].					
Carburant de référence G₂₃					
Composition:					
Méthane		92,5	91,5	93,5	
Reste ¹	% mole	—	—	1	ISO 6974
N ₂	% mole	7,5	6,5	8,5	
Teneur en soufre	mg/m ³ ²	—	—	10	ISO 6326-5
<i>Remarques:</i> ¹ Inertes (autres que N ₂) + C ₂ + C ₂₊ ² Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa					
Carburant de référence G₂₅					
Composition:					
Méthane	% mole	86	84	88	
Reste ¹	% mole	—	—	1	ISO 6974
N ₂	% mole	14	12	16	
Teneur en soufre	mg/m ³ ²	—	—	10	ISO 6326-5
<i>Remarques:</i> ¹ Inertes (autres que N ₂) + C ₂ + C ₂₊ ² Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa					

Carburant de référence G ₂₀					
Composition:					
Méthane	% mole	100	99	100	ISO 6974
Reste ⁽¹⁾	% mole	—	—	1	ISO 6974
N ₂	% mole				ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m ³ ⁽²⁾	—	—	10	ISO 6326-5
Indice de Wobbe (net)	MJ/m ³ ⁽³⁾	48,2	47,2	49,2	
⁽¹⁾ Inertes (autres que N ₂) + C ₂ + C ₂ +. ⁽²⁾ Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa. ⁽³⁾ Valeur à déterminer à 273,2 K (0 °C) et 101,3 kPa.					

3.2.2. Spécifications pour les carburants de référence fournis à partir d'une conduite, additionnés d'autres gaz et dont les propriétés sont déterminées par des mesures réalisées sur site

Alternativement aux carburants de référence du présent point, les carburants de référence équivalents du point 3.2.1. peuvent être utilisés.

3.2.2.1. La base de tous les carburants de référence issus d'une conduite (G_R, G₂₀, ...) doit être constituée de gaz provenant d'un réseau de distribution publique, additionné, si nécessaire aux fins du respect des spécifications relatives au facteur de recalage (S_λ) figurant au tableau 9.1, d'un ou plusieurs des gaz disponibles sur le marché¹ suivants:

- a) dioxyde de carbone;
- b) éthane;
- c) méthane;
- d) azote;
- e) propane.

¹ L'utilisation de gaz d'étalonnage n'est pas requise à cet effet.

3.2.2.2. La valeur de S_λ du mélange de gaz de conduite et de gaz adjoint doit être comprise dans la plage spécifiée au tableau 9.1 pour le carburant de référence donné.

Tableau 9.1.

Plage de S_λ requise pour chaque carburant de référence

Carburant de référence	S _λ minimal	S _λ maximal
G _R ²	0,87	0,95
G ₂₀	0,97	1,03
G ₂₃	1,05	1,10
G ₂₅	1,12	1,20

² Le moteur ne doit pas être soumis à un essai avec un mélange gazeux présentant un indice de méthane (MN) inférieur à 70. Dans le cas où la plage de S_λ requise pour G_R résulterait en un indice de méthane (MN) inférieur à 70, la valeur de S_λ pour G_R pourrait être adaptée autant que nécessaire jusqu'à ce que MN atteigne une valeur non inférieure à 70.

- 3.2.2.3. le rapport d'essai du moteur pour chaque cycle d'essai inclut les informations suivantes:
- a) le ou les gaz adjoint(s) sélectionné(s) dans la liste figurant au point 3.2.2.1;
 - b) la valeur de S_λ pour le mélange de carburants obtenu;
 - c) l'indice de méthane (MN) du mélange de carburants obtenu.
- 3.2.2.4. Les prescriptions figurant aux appendices 1 et 2 doivent être respectées pour déterminer les propriétés des gaz de conduite et des gaz adjoints, pour déterminer les valeurs de S_λ et MN pour le mélange de gaz obtenu, et pour vérifier si ce mélange est conservé durant l'essai.
- 3.2.2.5. Dans le cas où un ou plusieurs flux gazeux [gaz de conduite ou gaz adjoint(s)] contiennent du CO_2 en quantités dépassant une proportion minimale, le calcul des émissions spécifiques de CO_2 figurant à l'annexe VII doit être corrigé conformément à l'appendice 3.

Appendice 1

Prescriptions supplémentaires applicables aux essais d'émissions utilisant des carburants de référence gazeux constitués de gaz de conduite additionné d'autres gaz

1. Méthode d'analyse des gaz et mesure du débit de gaz

- 1.1. Aux fins du présent appendice, si nécessaire, la composition du gaz doit être déterminée au moyen de l'analyse du gaz par chromatographie en phase gazeuse conformément à la norme EN ISO 6974 ou au moyen d'une autre technique permettant d'atteindre au minimum un niveau similaire de précision et de répétabilité.
- 1.2. Aux fins du présent appendice, si nécessaire, la mesure du débit gazeux doit être exécutée au moyen d'un débitmètre massique.

2. Analyse et débit à l'admission du gaz de distribution publique

- 2.1. La composition du gaz de distribution fourni doit être analysée avant le dispositif de mélange des gaz adjoints.
- 2.2. Le débit du gaz de distribution doit être mesuré à l'entrée du dispositif de mélange des gaz adjoints.

3. Analyse et débit des gaz adjoints

- 3.1. Lorsqu'un certificat d'analyse applicable est disponible pour un gaz adjoint (par exemple, émanant du fournisseur de gaz), il peut servir de base à l'établissement de la composition de ces gaz adjoints. Dans ce cas, l'analyse sur site de la composition des gaz adjoints est permise mais non obligatoire.
- 3.2. Lorsqu'un certificat d'analyse applicable n'est pas disponible pour un gaz adjoint, la composition de ce gaz adjoint doit faire l'objet d'une analyse.
- 3.3. Le débit de chaque gaz adjoint doit être mesuré à l'entrée du dispositif de mélange des gaz adjoints.

4. Analyse du gaz en mélange

- 4.1. L'analyse de la composition du gaz alimentant le moteur après la sortie du dispositif de mélange des gaz adjoints doit être permise en complément de l'analyse requise aux points 2.1. et 3.1., ou alternativement à cette dernière, mais elle n'est pas obligatoire.

5. Calcul de S_λ et de l'indice de méthane du gaz en mélange

- 5.1. Les résultats de l'analyse du gaz conformément aux points 2.1, 3.1 ou 3.2 et, le cas échéant, au point 4.1, en combinaison avec le débit massique du gaz mesuré conformément aux points 2.2 et 3.3, doivent être utilisés pour calculer l'indice de méthane conformément à la norme EN 16726:2015. Le même jeu de données doit être utilisé pour calculer S_λ conformément à la procédure prévue à l'appendice 2.

6. Contrôle et vérification du mélange gazeux durant l'essai

- 6.1. Le contrôle et la vérification du mélange gazeux durant l'essai doivent être effectués au moyen d'un système de contrôle en boucle ouverte ou en boucle fermée.
- 6.2. Système de contrôle du mélange en boucle ouverte

- 6.2.1. Dans ce cas, l'analyse du gaz, les mesures de débit et les calculs visés aux points 1., 2., 3. et 4. doivent être effectués avant l'essai d'émissions.
- 6.2.2. La proportion du gaz de distribution et du ou des gaz adjoint(s) doit être fixée afin de garantir que S_λ se situe dans la plage autorisée pour le carburant de référence concerné, telle que spécifiée dans le tableau 9.1.
- 6.2.3. Lorsque les proportions relatives ont été fixées, elles doivent être conservées tout au long de l'essai d'émissions. Les différents débits peuvent être ajustés afin de maintenir les proportions relatives.
- 6.2.4. Lorsque l'essai d'émissions est terminé, l'analyse de la composition du gaz, les mesures de débit et les calculs visés aux points 2., 3., 4. et 5. sont répétés. Pour que l'essai soit considéré comme valable, la valeur de S_λ doit rester dans la plage spécifiée au tableau 9.1. pour le carburant de référence correspondant.
- 6.3 Système de contrôle du mélange en boucle fermée
 - 6.3.1. Dans ce cas, l'analyse de la composition du gaz, les mesures de débit et les calculs visés aux points 2., 3., 4. et 5. doivent être effectués régulièrement durant l'essai d'émissions. Les intervalles de vérification doivent être déterminés en tenant compte de la fréquence que permettent le chromatographe en phase gazeuse et le système de calcul correspondant.
 - 6.3.2. Les résultats obtenus par les mesures et les calculs périodiques doivent être utilisés afin d'adapter les proportions relatives du gaz de distribution et des gaz adjoints pour maintenir la valeur de S_λ dans la plage spécifiée au tableau 9.1. pour le carburant de référence correspondant. La fréquence d'ajustement ne doit pas dépasser la fréquence de mesure.
 - 6.3.3. Afin que l'essai soit considéré comme valable, la valeur de S_λ doit se trouver dans la plage spécifiée au tableau 9.1. pour le carburant de référence correspondant dans 90 % des points de mesure au minimum.

Appendice 2

Calcul du facteur de recalage λ (S_λ)

1. Calcul

Le facteur de recalage λ (S_λ)¹ doit être calculé à l'aide de l'équation (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert}\%}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \quad (9-1)$$

où:

S_λ = facteur de recalage λ ;

inert% = % en volume de gaz inertes dans le carburant (N_2 , CO_2 , He, etc.);

O_2^* = % en volume d'oxygène initial dans le carburant;

n et m = référence au C_nH_m moyen, qui représente les hydrocarbures du carburant, c'est-à-dire:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100}\right] + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} \quad (9-2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent}\%}{100}} \quad (9-3)$$

où:

CH_4 = % en volume de méthane dans le carburant;

C_2 = % en volume de tous les hydrocarbures C_2 (C_2H_6 , C_2H_4 , etc.) dans le carburant;

C_3 = % en volume de tous les hydrocarbures C_3 (C_3H_8 , C_3H_6 , etc.) dans le carburant;

C_4 = % en volume de tous les hydrocarbures C_4 (C_4H_{10} , C_4H_8 , etc.) dans le carburant;

C_5 = % en volume de tous les hydrocarbures C_5 (C_5H_{12} , C_5H_{10} , etc.) dans le carburant;

diluent = % en volume de gaz de dilution dans le carburant (c.-à-d. O_2^* , N_2 , CO_2 , He, etc.).

2. Exemples de calcul du facteur de recalage λ (S_λ):

Exemple 1: G_{25} : $CH_4 = 86\%$, $N_2 = 14\%$ (en volume)

¹ Rapports stœchiométriques air/carburant de carburants automobiles — SAE J1829, juin 1987. John B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988, chapitre 3.4 «Combustion stoichiometry» (pages 68-72).

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0.86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0.86}{0.86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0.86}{0.86} = 4$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1.16$$

Exemple 2: G_R : $\text{CH}_4 = 87 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 13 \%$ (en volume)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0.87 + 2 \times 0.13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1.13}{1} = 1.13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0.87 + 6 \times 0.13}{1} = 4.26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1.13 + \frac{4.26}{4}\right)} = 0.911$$

Exemple 3: États-Unis: $\text{CH}_4 = 89 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,5 \%$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,3 \%$, $\text{C}_6\text{H}_{14} = 0,2 \%$, $\text{O}_2 = 0,6 \%$, $\text{N}_2 = 4 \%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2 \%}{100} \right] + \dots}{\frac{1 - \text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0.89 + 2 \times 0.045 + 3 \times 0.023 + 4 \times 0.002}{1 - \frac{0.64 + 4}{100}} = 1.11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4 \%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4 \%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6 \%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8 \%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0.89 + 4 \times 0.045 + 8 \times 0.023 + 14 \times 0.002}{1 - \frac{0.6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1.11 + \frac{4.24}{4}\right) - \frac{0.6}{100}} = 0.96$$

Alternativement à l'équation ci-dessus, S_λ peut être calculé à partir du rapport entre la demande stœchiométrique en air du méthane pur et la demande stœchiométrique en air du mélange de carburants fourni au moteur, comme spécifié ci-dessous.

Le facteur de recalage λ (S_λ) exprime la demande en oxygène de tout mélange de carburants par rapport à la demande en oxygène du méthane pur. La demande en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder le méthane dans une composition stœchiométrique des partenaires réactionnels et obtenir les produits d'une combustion complète (c'est-à-dire du dioxyde de carbone et de l'eau).

Pour la combustion du méthane pur, la réaction est telle qu'elle figure dans l'équation (9-4):



Dans ce cas, le rapport de molécules dans une composition stœchiométrique des partenaires réactionnels est exactement de 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

où:

n_{O_2} = nombre de molécules d'oxygène

n_{CH_4} = nombre de molécules de méthane

La demande en oxygène du méthane pur est donc:

$$n_{O_2} = 2 \cdot n_{CH_4} \text{ avec une valeur de référence de } [n_{CH_4}] = 1 \text{ kmol}$$

La valeur de S_λ peut être déterminée à partir du rapport de la composition stœchiométrique d'oxygène et de méthane divisée par le rapport de la composition stœchiométrique d'oxygène et du mélange de carburants alimentant le moteur, comme indiqué à l'équation (9-5):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}}\right)}{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O_2})_{blend}} \quad (9-5)$$

où:

n_{blend} = nombre de molécules du mélange de carburants

$(n_{O_2})_{blend}$ = rapport des molécules dans la composition stœchiométrique d'oxygène et du mélange de carburants alimentant le moteur

L'air contenant 21 % d'oxygène, la demande stœchiométrique en air L_{st} de tout carburant doit être calculée au moyen de l'équation (9-6):

$$L_{st, fuel} = \frac{n_{O_2, fuel}}{0.21} \quad (9-6)$$

où:

$L_{st, fuel}$ = la demande stœchiométrique en air du carburant

$n_{O_2, fuel}$ = la demande stœchiométrique en oxygène du carburant

Par conséquent, la valeur de S_λ peut aussi être déterminée à partir du rapport de la composition stœchiométrique d'air et de méthane divisé par le rapport de la composition stœchiométrique d'air et du mélange de carburants alimentant le moteur, c'est-à-dire le rapport entre la demande stœchiométrique en air du méthane et celle du mélange de carburants alimentant le moteur, comme indiqué à l'équation (9-7):

$$S_{\lambda} = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}}\right)/0.21}{\left(\frac{n_{O_2}}{n_{blend}}\right)/0.21} = \frac{\left(\frac{n_{O_2}}{0.21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O_2}}{0.21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \quad (9-7)$$

Dès lors, tout calcul tenant compte de la demande stœchiométrique en air peut être utilisé pour exprimer le facteur de recalage λ .

Appendice 3

Correction de la présence de CO₂ dans les gaz d'échappement due à la présence de CO₂ dans le carburant gazeux

1. Débit massique instantané de CO₂ dans le flux de carburant gazeux

- 1.1. La composition et le débit du gaz doivent être déterminés conformément aux prescriptions des points 1 à 4 de l'appendice 1.
- 1.2. Le débit massique instantané de CO₂ dans un flux de gaz alimentant le moteur doit être calculé au moyen de l'équation (9-8).

$$\dot{m}_{\text{CO}_2i} = (M_{\text{CO}_2} / M_{\text{stream}}) * x_{\text{CO}_2i} * \dot{m}_{\text{stream}i} \quad (9-8)$$

où:

\dot{m}_{CO_2i} = débit massique instantané de CO₂ du flux gazeux [g/s]

$\dot{m}_{\text{stream}i}$ = débit massique instantané du flux gazeux [g/s]

x_{CO_2i} = fraction molaire de CO₂ dans le flux gazeux [-]

M_{CO_2} = masse molaire du CO₂ [g/mol].

M_{stream} = masse molaire du flux gazeux [g/mol]

M_{stream} doit être calculé sur la base de tous les constituants mesurés (1, 2, ... , n) au moyen de l'équation (9-9).

$$M_{\text{stream}} = x_1 * M_1 + x_2 * M_2 + \dots + x_n * M_n \quad (9-9)$$

où:

$X_{1, 2, \dots, n}$ = fraction molaire de chaque constituant mesuré dans le flux gazeux (CH₄, CO₂, ...) [-]

$M_{1, 2, \dots, n}$ = masse molaire de chaque constituant mesuré dans le flux gazeux [g/mol]

- 1.3. Afin de déterminer le débit massique total du CO₂ dans le carburant gazeux à l'entrée du moteur, le calcul de l'équation (9-8) doit être exécuté pour chacun des flux gazeux contenant du CO₂ entrant dans le dispositif de mélange de gaz et les résultats correspondant à chaque flux gazeux doivent être additionnés, ou le calcul doit être exécuté pour le gaz en mélange à la sortie du dispositif de mélange et à l'entrée du moteur au moyen de l'équation (9-10):

$$\dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}} = \dot{m}_{\text{CO}_2i, a} + \dot{m}_{\text{CO}_2i, b} + \dots + \dot{m}_{\text{CO}_2i, n} \quad (9-10)$$

où:

$\dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}}$ = débit massique combiné instantané du CO₂ produit par le CO₂ présent dans le carburant gazeux à l'entrée du moteur [g/s]

$\dot{m}_{\text{CO}_2i, a, b, \dots, n}$ = débit massique instantané du CO₂ provenant du CO₂ présent dans chacun des flux gazeux a, b, ..., n considérés individuellement [g/s]

2. Calcul des émissions spécifiques de CO₂ pour les cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC) et à modes raccordés (avec rampe de transition)

- 2.1 La masse totale par essai des émissions de CO₂ dues au CO₂ présent dans le carburant $m_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$ [g/essai] doit être calculée par sommation du débit massique instantané du CO₂ présent dans le carburant gazeux à l'entrée du moteur $\dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}}$ [g/s] durant le cycle d'essai, au moyen de l'équation (9-11):

$$m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}} \quad (9-11)$$

où:

f = fréquence de prélèvement [Hz]

N = nombre de mesures [-].

- 2.2 La masse totale des émissions de CO₂ m_{CO_2} [g/essai] utilisée dans l'équation (7-61), (7-63), (7-128) ou (7-130) de l'annexe VII pour le calcul des émissions spécifiques e_{CO_2} [g/kWh] doit être remplacée dans ces équations par la valeur corrigée $m_{\text{CO}_2, \text{corr}}$ [g/essai] obtenue au moyen de l'équation (9-12).

$$m_{\text{CO}_2, \text{corr}} = m_{\text{CO}_2} - m_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-12)$$

3. Calcul des émissions spécifiques de CO₂ pour le cycle d'essai NRSC en mode discret

- 3.1 Le débit massique moyen des émissions de CO₂ dues au CO₂ dans le carburant par heure $q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}}$ ou $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}}$ [g/h] doit être calculé au moyen de l'équation (9-13) pour chaque mode d'essai sur la base des mesures du débit massique instantané de CO₂ $\dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}}$ [g/s] obtenu par l'équation (9-10) effectuées durant la période d'échantillonnage du mode d'essai considéré:

$$q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}} = \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} = \frac{1}{3600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^N \dot{m}_{\text{CO}_2i, \text{fuel}} \quad (9-13)$$

où:

N = nombre de mesures effectuées au cours du mode d'essai [-]

- 3.2 Le débit massique moyen des émissions de CO₂ $q_{m\text{CO}_2}$ ou \dot{m}_{CO_2} [g/h] pour chacun des modes d'essai utilisé dans l'équation (7-64) ou (7-131) de l'annexe VII pour le calcul des émissions spécifiques e_{CO_2} [g/kWh] doit être remplacé dans ces équations par la valeur corrigée $q_{m\text{CO}_2, \text{corr}}$ ou $\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{corr}}$ [g/h] pour chaque mode d'essai calculée au moyen de l'équation (9-14) ou (9-15).

$$q_{m\text{CO}_2, \text{corr}} = q_{m\text{CO}_2} - q_{m\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-14)$$

$$\dot{m}_{\text{CO}_2, \text{corr}} = \dot{m}_{\text{CO}_2} - \dot{m}_{\text{CO}_2, \text{fuel}} \quad (9-15)$$

ANNEXE X

Spécifications techniques détaillées et conditions pour la livraison d'un moteur séparément de son système de post-traitement des gaz d'échappement

1. Les expéditions séparées, telles que prévues à l'article 34, paragraphe 3, du règlement (UE) 2016/1628, ont lieu lorsque le constructeur et le FEO qui installe le moteur sont des entités juridiques distinctes et que le moteur est expédié par le constructeur depuis un certain lieu sans son système de post-traitement des gaz d'échappement, qui est livré à partir d'un autre lieu et/ou à un autre moment.
2. Dans un tel cas, le constructeur est soumis aux obligations précisées ci-après.
 - 2.1. Le constructeur est considéré comme responsable de la mise sur le marché du moteur et est tenu de veiller à ce que le moteur soit mis en conformité avec le type de moteurs réceptionné.
 - 2.2. Le constructeur doit passer toutes les commandes pour les éléments expédiés séparément avant d'expédier le moteur sans son système de post-traitement des gaz d'échappement au FEO.
 - 2.3. Le constructeur doit mettre à la disposition du FEO les instructions concernant l'installation du moteur, y compris le système de post-traitement des gaz d'échappement, et le marquage d'identification des parties expédiées séparément, ainsi que les informations nécessaires à la vérification du bon fonctionnement du moteur assemblé conformément au type de moteurs réceptionné ou à la famille de moteurs réceptionnée.
 - 2.4. Le constructeur doit conserver:
 - 1) les instructions communiquées au FEO;
 - 2) la liste de tous les éléments livrés séparément;
 - 3) les documents renvoyés par le FEO confirmant que les moteurs livrés ont été mis en conformité conformément au point 3.
 - 2.4.1. Ces documents doivent être conservés pendant au moins 10 ans;
 - 2.4.2. Sur demande, le constructeur doit mettre ces documents à la disposition de l'autorité compétente en matière de réception, de la Commission européenne ou des autorités de surveillance du marché.
 - 2.5. Le constructeur doit faire en sorte que le moteur dépourvu de système de post-traitement des gaz d'échappement porte, outre le marquage réglementaire requis par l'article 32 du règlement (UE) 2016/1628, un marquage temporaire, tel que prévu à l'article 33, paragraphe 1, dudit règlement, conformément aux dispositions figurant à l'annexe III du règlement d'exécution 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives.
 - 2.6. Le constructeur doit veiller à ce que les éléments expédiés séparément du moteur comportent un marquage d'identification (par exemple un numéro de pièce).
 - 2.7. Dans le cas d'un moteur de transition, le constructeur doit s'assurer que ce moteur (y compris le système de post-traitement des gaz d'échappement) a une date de production antérieure à la date de mise sur le marché de moteurs énoncée à l'annexe III du règlement (UE) 2016/1628, conformément à l'article 3, points 7), 30) et 32), dudit règlement.

- 2.7.1. Les documents mentionnés au point 2.4 doivent inclure la preuve que le système de traitement aval des gaz d'échappement qui fait partie d'un moteur de transition a été produit avant cette date si la date de production ne ressort pas du marquage apposé sur le système de traitement aval des gaz d'échappement.
3. Le FEO est soumis aux obligations énoncées ci-après.
 - 3.1. Le FEO doit confirmer au constructeur que le moteur a été mis en conformité avec le type de moteurs réceptionné ou la famille de moteurs réceptionnée conformément aux instructions reçues, et que tous les contrôles nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du moteur assemblé conformément au type de moteurs réceptionné ont été réalisés.
 - 3.2. Si un FEO reçoit régulièrement des livraisons de moteurs de la part d'un constructeur, la confirmation prévue au point 3.1 peut être fournie à intervalles réguliers fixés d'un commun accord entre les parties, mais n'excédant pas un an.

ANNEXE XI

Spécifications techniques détaillées et conditions pour la mise temporaire sur le marché pour les besoins d'essais sur le terrain

Les conditions énoncées ci-dessous s'appliquent à la mise temporaire sur le marché de moteurs pour les besoins des essais sur le terrain, conformément à l'article 34, paragraphe 4, du règlement (UE) 2016/1628.

1. Le constructeur demeure propriétaire du moteur jusqu'à l'achèvement de la procédure décrite au point 5. Cela n'exclut pas la possibilité d'un accord financier avec le FEO ou les utilisateurs finals qui participent à la procédure d'essai.
2. Avant de mettre le moteur sur le marché, le constructeur informe l'autorité compétente en matière de réception d'un État membre, en indiquant son nom ou sa marque de fabrique, le numéro d'identification unique du moteur, sa date de production, ainsi que toute information pertinente sur l'efficacité des dispositifs antipollution du moteur, le FEO ou les utilisateurs finals qui participent à la procédure d'essai.
3. Le moteur est accompagné d'une déclaration de conformité délivrée par le constructeur conformément aux dispositions énoncées à l'annexe II du règlement d'exécution 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives; la déclaration de conformité indique, en particulier, qu'il s'agit d'un moteur destiné aux essais sur le terrain temporairement mis sur le marché conformément à l'article 34, paragraphe 4, du règlement (UE) 2016/1628.
4. Le moteur porte le marquage réglementaire prévu à l'annexe III du règlement d'exécution 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives.
5. Lorsque les essais sont terminés et, en tout état de cause, 24 mois après la mise sur le marché du moteur, le constructeur fait en sorte que le moteur soit retiré du marché ou mis en conformité avec le règlement (UE) 2016/1628. Le constructeur communique l'option choisie à l'autorité compétente en matière de réception qui a donné l'autorisation.
6. Nonobstant le point 5, le constructeur peut soumettre à la même autorité compétente en matière de réception une demande dûment motivée de prolongation de la durée de l'essai pour une nouvelle période maximale de 24 mois.
 - 6.1. L'autorité compétente en matière de réception peut autoriser la prolongation si elle l'estime justifiée. Dans ce cas:
 - 1) une nouvelle déclaration de conformité est délivrée par le constructeur pour la période supplémentaire;
 - 2) les dispositions du point 5 s'appliquent au terme de la prolongation ou, en tout état de cause, 48 mois après la mise sur le marché du moteur.

ANNEXE XII

Spécifications techniques détaillées et conditions pour les moteurs à usage spécial

Les conditions énoncées ci-après s'appliquent à la mise sur le marché des moteurs qui respectent les valeurs limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes applicables aux moteurs à usage spécial prévues à l'annexe VI du règlement (UE) 2016/1628.

1. Avant de mettre le moteur sur le marché, le constructeur prend des mesures raisonnables pour s'assurer qu'il sera installé sur un engin mobile non routier destiné exclusivement à être utilisé en atmosphères explosibles, conformément à l'article 35, paragraphe 5, du règlement précité, ou pour le lancement et la récupération d'embarcations de sauvetage utilisées par un service de secours national, conformément à l'article 35, paragraphe 6, dudit règlement.
2. Aux fins du point 1, une «mesure raisonnable» peut consister en une déclaration écrite du FEO ou de l'opérateur économique destinataire du moteur confirmant que celui-ci sera installé sur un engin mobile non routier affecté exclusivement à cet usage spécial.
3. Le constructeur est tenu:
 - 1) de conserver la déclaration écrite mentionnée au point 2 pendant au moins 10 ans;
 - 2) de la mettre à la disposition de l'autorité compétente en matière de réception, de la Commission européenne ou des autorités de surveillance du marché lorsqu'elles en font la demande.
4. Le moteur est accompagné d'une déclaration de conformité délivrée par le constructeur conformément aux dispositions énoncées à l'annexe II du règlement d'exécution 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives; la déclaration de conformité indique, en particulier, qu'il s'agit d'un moteur à usage spécial mis sur le marché dans les conditions prévues à l'article 34, paragraphe 5 ou 6, du règlement (UE) 2016/1628.
5. Le moteur porte le marquage réglementaire prévu à l'annexe III du règlement d'exécution 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives.

ANNEXE XIII

Acceptation de réceptions par type de moteur équivalentes

1. Pour les familles de moteurs ou types de moteurs de catégorie NRE, les réceptions par type mentionnées ci-après et, le cas échéant, le marquage réglementaire correspondant, sont reconnus comme équivalents des réceptions UE par type accordées et des marquages réglementaires requis conformément au règlement (UE) 2016/1628:
 - 1) les réceptions UE par type octroyées en vertu du règlement (CE) n° 595/2009 et de ses mesures d'exécution, lorsqu'un service technique confirme que le moteur satisfait:
 - a) aux exigences figurant à l'appendice 2 de l'annexe IV, si le moteur est exclusivement destinés à être utilisés en lieu et place de moteurs de la phase V des catégories IWP et IWA, conformément à l'article 4, paragraphe 1, point 1) b), du règlement (UE) 2016/1628;
 - b) aux exigences figurant à l'appendice 1 de l'annexe IV pour les moteurs non visés au point a);
 - 2) les réceptions par type conformément au règlement n° 49, série d'amendements 06, de la CEE-ONU, lorsqu'un service technique confirme que le moteur satisfait:
 - a) aux exigences figurant à l'appendice 2 de l'annexe IV, si le moteur est exclusivement destinés à être utilisés en lieu et place de moteurs de la phase V des catégories IWP et IWA, conformément à l'article 4, paragraphe 1, point 1) b), du règlement (UE) 2016/1628;
 - b) aux exigences figurant à l'appendice 1 de l'annexe IV pour les moteurs non visés au point a).

ANNEXE XIV

Détail des informations et instructions pertinentes à l'intention des FEO

1. Conformément à l'article 43, paragraphe 2, du règlement (UE) 2016/1628, le constructeur doit communiquer aux FEO toutes les informations et les instructions pertinentes nécessaires pour que le moteur soit conforme au type de moteurs réceptionné lorsqu'il est installé sur un engin mobile non routier. Les instructions à cet effet doivent être clairement signalées aux FEO.
2. Ces instructions peuvent être fournies sur papier ou dans un format électronique couramment utilisé.
3. Lorsqu'un certain nombre de moteurs nécessitant les mêmes instructions sont fournis au même FEO, une seule série d'instructions est à fournir.
4. Les informations et instructions destinées aux FEO comprennent au moins les éléments suivants:
 - 1) les prescriptions d'installation pour atteindre les performances du type de moteurs en matière d'émissions, y compris le système de maîtrise des émissions, qui doivent être prises en compte pour le bon fonctionnement du système de maîtrise des émissions;
 - 2) une description des éventuelles conditions particulières ou restrictions concernant l'installation ou l'utilisation du moteur, comme indiqué sur le certificat de réception UE par type prévu à l'annexe IV du règlement d'exécution (UE) 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives;
 - 3) une déclaration indiquant que l'installation du moteur ne doit pas définitivement limiter le moteur pour qu'il fonctionne exclusivement dans une plage de puissance correspondant à une (sous-)catégorie ayant des limites d'émission de gaz polluants et de particules polluantes plus strictes que la (sous-)catégorie à laquelle il appartient;
 - 4) pour les familles de moteurs auxquelles s'applique l'annexe V, les limites supérieure et inférieure de la plage de contrôle et une déclaration indiquant que l'installation du moteur ne doit pas limiter celui-ci pour qu'il fonctionne exclusivement à un régime et à des points de charge se trouvant en dehors de la plage de contrôle de la courbe de couple du moteur;
 - 5) le cas échéant, les exigences relatives à la conception des composants fournis par le FEO qui ne font pas partie du moteur et sont nécessaires pour faire en sorte que, lorsqu'il est installé, le moteur soit conforme au type de moteurs réceptionné;
 - 6) le cas échéant, les exigences en matière de conception applicables au réservoir de réactif, y compris la protection contre le gel, la surveillance du niveau du réactif et les moyens de prélever un échantillon de réactif;
 - 7) le cas échéant, des informations sur l'éventuelle mise en place d'un dispositif non chauffé pour le réactif;
 - 8) le cas échéant, une déclaration indiquant que le moteur est exclusivement destiné à être installé dans des fraises à neige;

- 9) le cas échéant, une déclaration indiquant que le FEO doit fournir un système d'avertissement tel qu'il figure dans les appendices 1 à 4 de l'annexe IV;
- 10) le cas échéant, des informations sur l'interface entre le moteur et l'engin mobile non routier en ce qui concerne le système d'avertissement de l'opérateur visé au point 9);
- 11) le cas échéant, des informations sur l'interface entre le moteur et l'engin mobile non routier en ce qui concerne le système d'incitation de l'opérateur visé au point 5 de l'appendice 1 de l'annexe IV;
- 12) le cas échéant, des informations sur le moyen de désactiver temporairement l'incitation de l'opérateur tel que prévu au point 5.2.1 de l'appendice 1 de l'annexe IV;
- 13) le cas échéant, des informations sur la fonction prioritaire permettant de restituer toute sa puissance au moteur telle que prévue au point 5.5 de l'appendice 1 de l'annexe IV;
- 14) dans le cas des moteurs à double carburant:
 - a) une déclaration indiquant que le FEO doit fournir un indicateur de fonctionnement en mode double carburant tel que prévu au point 4.3.1 de l'annexe VIII;
 - b) une déclaration indiquant que le FEO doit fournir un système d'alerte pour mode double carburant tel que prévu au point 4.3.2 de l'annexe VIII;
 - c) des informations sur l'interface entre le moteur et l'engin mobile non routier en ce qui concerne l'indicateur et le système d'avertissement de l'opérateur visés aux points 14) a) et b);
- 15) dans le cas d'un moteur à régime variable de catégorie IWP qui est réceptionné pour servir dans une ou plusieurs autres applications pour la navigation intérieure, tel que prévu au point 1.1.1.2 de l'annexe IX du règlement d'exécution (UE) 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives, des précisions sur chaque (sous-)catégorie et mode de fonctionnement (régime) pour lesquels le moteur est réceptionné et peut être réglé une fois installé;
- 16) dans le cas d'un moteur à régime constant pouvant être réglé à un régime alternatif tel que prévu au point 1.1.2.3 de l'annexe IX du règlement d'exécution (UE) 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives:
 - a) une déclaration indiquant que l'installation du moteur doit être faite de telle sorte que:
 - i. le moteur soit arrêté avant la sélection d'un autre régime par le régulateur de régime constant;
 - ii. le régulateur de régime constant ne puisse sélectionner qu'un autre régime autorisé par le constructeur du moteur;
 - b) des précisions sur chaque (sous-)catégorie et mode de fonctionnement (régime) pour lesquels le moteur est réceptionné et peut être réglé une fois installé;

- 17) Si le moteur est équipé d'un régime de ralenti pour le démarrage et l'arrêt, comme l'autorise l'article 3, point 18), du règlement (UE) 2016/1628, une déclaration indiquant que le moteur doit être installé de manière à ce que la fonction de régime constant soit activée avant l'augmentation de la charge du moteur à partir de l'absence de charge.
5. Conformément à l'article 43, paragraphe 3, du règlement (UE) 2016/1628, le constructeur communique au FEO toutes les informations et instructions nécessaires que le FEO est tenu de fournir aux utilisateurs finals en vertu de l'annexe XV.
6. Conformément à l'article 43, paragraphe 4, du règlement (UE) 2016/1628, le constructeur communique au FEO la valeur des émissions de dioxyde de carbone (CO₂), exprimée en g/kWh, déterminée durant le processus de réception UE par type et figurant dans le certificat de réception UE par type. Cette valeur est fournie par le FEO aux utilisateurs finals avec la déclaration suivante: *«Cette mesure du CO₂ est le résultat d'un essai, réalisé sur un cycle fixe dans des conditions de laboratoire, portant sur un moteur [parent] représentatif du type de moteurs [de la famille de moteurs], et ne constitue pas une indication ou une garantie des performances d'un moteur particulier.»*

ANNEXE XV

Détail des informations et instructions pertinentes à l'intention des utilisateurs finals

1. Le FEO fournit aux utilisateurs finals toutes les informations et instructions nécessaires au bon fonctionnement du moteur, de telle sorte que les émissions de gaz polluants et de particules polluantes du moteur soient maintenues dans les limites applicables au type de moteurs réceptionné ou à la famille de moteurs réceptionnée. Les instructions à cet effet doivent être clairement signalées aux utilisateurs finals.
2. Les instructions destinées aux utilisateurs finals doivent remplir les conditions suivantes:
 - 2.1. être rédigées dans un langage clair et accessible aux non-spécialistes et utiliser les mêmes termes que ceux employés dans les instructions destinées aux utilisateurs finals concernant l'engin mobile non routier;
 - 2.2. être fournies sur papier ou dans un format électronique couramment utilisé;
 - 2.3. figurer parmi les instructions destinées aux utilisateurs finals concernant les engins non routiers ou, à défaut, dans un document distinct;
 - 2.3.1. lorsqu'elles sont fournies séparément des instructions destinées aux utilisateurs finals concernant les engins non routiers, avoir la même forme que celles-ci.
3. Les informations et instructions destinées aux utilisateurs finals comprennent au moins les éléments suivants:
 - 1) une description des éventuelles conditions particulières ou restrictions concernant l'utilisation du moteur, comme indiqué sur le certificat de réception UE par type prévu à l'annexe IV du règlement d'exécution (UE) 2016/CCC de la Commission relatif aux prescriptions administratives;
 - 2) une déclaration indiquant que le moteur, y compris le système de maîtrise des émissions, doit fonctionner, être utilisé et être entretenu conformément aux instructions fournies aux utilisateurs finals afin que les performances du moteur en matière d'émissions répondent aux exigences applicables à la catégorie à laquelle il appartient;
 - 3) une déclaration indiquant qu'aucune manipulation ou mauvaise utilisation délibérée du système de maîtrise des émissions du moteur ne doit avoir lieu, en particulier une désactivation ou un défaut d'entretien du système de recyclage des gaz d'échappement (EGR) ou du système de dosage du réactif;
 - 4) une déclaration indiquant qu'il est essentiel de prendre des mesures rapides pour remédier à un fonctionnement, à une utilisation ou à un entretien incorrect du système de maîtrise des émissions conformément aux mesures correctives indiquées par les avertissements visés aux points 5) et 6);
 - 5) des explications détaillées sur les éventuels dysfonctionnements du système de maîtrise des émissions dus à un fonctionnement, une utilisation ou un entretien incorrect du moteur installé, avec l'indication des signaux d'avertissement qui y sont associés et des mesures correctives correspondantes;
 - 6) des explications détaillées sur l'éventuelle utilisation incorrecte de l'engin mobile non routier qui aboutirait à des dysfonctionnements du système de maîtrise des émissions du moteur, avec l'indication des signaux

d'avertissement qui y sont associés et des mesures correctives correspondantes;

- 7) le cas échéant, des informations sur l'éventuelle utilisation d'un réservoir de réactif et d'un système de dosage non chauffés;
- 8) le cas échéant, une déclaration indiquant que le moteur est exclusivement destiné aux fraises à neige;
- 9) pour les engins mobiles non routiers équipés d'un système d'avertissement de l'opérateur, tel qu'il est défini au point 4 de l'appendice 1 de l'annexe IV (catégorie: NRE, NRG, IWP, IWA ou RLR) et/ou au point 4 de l'appendice 4 de l'annexe IV (catégorie: NRE, NRG, IWP, IWA ou RLR) ou au point 3 de l'appendice 3 de l'annexe IV (catégorie RLL), une déclaration indiquant que l'opérateur sera informé par le système d'avertissement de l'opérateur lorsque le système de maîtrise des émissions ne fonctionne pas correctement;
- 10) pour les engins mobiles non routiers équipés d'un système d'incitation de l'opérateur, tel qu'il est défini au point 5 de l'appendice 1 de l'annexe IV (catégories NRE et NRG), une déclaration indiquant qu'ignorer les signaux d'avertissement de l'opérateur conduit à l'activation du système d'incitation de l'opérateur, ce qui entraîne une neutralisation de l'engin mobile non routier;
- 11) pour les engins mobiles non routiers ayant une fonction prioritaire permettant de restituer toute sa puissance au moteur telle que prévue au point 5.5 de l'appendice 1 de l'annexe IV, des informations concernant le fonctionnement de cette fonction;
- 12) le cas échéant, des explications sur le fonctionnement des systèmes d'avertissement et d'incitation de l'opérateur visés aux points 9), 10) et 11), y compris sur les conséquences, du point de vue des performances et de l'enregistrement des défaillances, qui découlent du fait d'ignorer les signaux d'avertissement et de ne pas faire l'appoint de réactif ou de ne pas résoudre le problème signalé;
- 13) lorsque l'ordinateur de bord enregistre des injections insuffisantes de réactif ou une mauvaise qualité du réactif conformément au point 4.1 de l'appendice 2 de l'annexe IV (catégorie: IWP, IWA, RLR), une déclaration indiquant que les autorités d'inspection nationales seront en mesure de lire ces enregistrements à l'aide d'un analyseur;
- 14) pour les engins mobiles non routiers équipés d'un moyen de désactiver l'incitation de l'opérateur, tel que prévu au point 5.2.1 de l'appendice 1 de l'annexe IV, des informations sur le fonctionnement de cette fonction et une déclaration indiquant qu'elle est uniquement activée en cas d'urgence, que toute activation sera enregistrée dans l'ordinateur de bord et que les autorités d'inspection nationales seront en mesure de lire ces enregistrements à l'aide d'un analyseur;
- 15) des informations sur les spécifications du carburant nécessaire au maintien de la performance du système de maîtrise des émissions conformément aux exigences de l'annexe I et en conformité avec les spécifications énoncées dans la réception UE par type du moteur, y compris, si elle est disponible, une référence à la norme UE ou internationale appropriée, et notamment:

- a) lorsque le moteur est alimenté, dans l'Union, au diesel ou au gazole non routier, une déclaration indiquant qu'il doit utiliser un carburant ayant une teneur en soufre ne dépassant pas 10 mg/kg (20 mg/kg au moment de la distribution finale), un indice de cétane d'au moins 45 et une teneur en EMAG non supérieure à 7 % (v/v);
 - b) lorsque d'autres carburants, mélanges de carburants ou émulsions de carburants peuvent être utilisés par le moteur, tel que déclarés par le constructeur et indiqués dans le certificat de réception UE par type, ceux-ci doivent être précisés;
- 16) des informations sur les spécifications de l'huile lubrifiante nécessaires pour maintenir les performances du système de maîtrise des émissions;
 - 17) lorsque le système de maîtrise des émissions nécessite l'emploi d'un réactif, les caractéristiques de ce réactif, notamment son type, les informations relatives à sa concentration lorsqu'il est en solution, ses températures de fonctionnement et la référence aux normes internationales indiquant sa composition et sa qualité, conformément aux spécifications figurant dans la réception UE par type du moteur;
 - 18) le cas échéant, des instructions sur la manière dont les réactifs consommables doivent être mis à niveau par l'opérateur entre les visites d'entretien normales. Ces instructions doivent indiquer comment l'opérateur doit rajouter du réactif dans le réservoir de réactif et la fréquence à laquelle cette opération est prévue, en fonction de l'utilisation de l'engin mobile non routier;
 - 19) une déclaration indiquant que, pour maintenir les performances du moteur en matière d'émissions, il est indispensable d'utiliser un réactif et d'en faire l'appoint si nécessaire, conformément aux spécifications énoncées aux points 17) et 18);
 - 20) les exigences relatives aux entretiens programmés en rapport avec les émissions, y compris tout remplacement programmé des composants critiques en rapport avec les émissions;
 - 21) dans le cas des moteurs à double carburant:
 - a) le cas échéant, des informations sur les indicateurs pour mode double carburant prévus au point 4.3 de l'annexe VIII;
 - b) lorsqu'un moteur à double carburant est soumis à une restriction de fonctionnement en mode service telle que prévue au point 4.2.2.1 de l'annexe VIII (à l'exclusion des catégories suivantes: IWP, IWA, RLL et RLR), une déclaration indiquant que l'activation du mode service aboutira à une neutralisation de l'engin mobile non routier;
 - c) lorsqu'une fonction prioritaire permettant de restituer toute sa puissance au moteur est disponible, des informations sur le fonctionnement de cette fonction doivent être fournies;
 - d) lorsqu'un moteur à double carburant fonctionne en mode service conformément au point 4.2.2.2 de l'annexe VIII (catégories: IWP, IWA, RLL et RLR), une déclaration indiquant que l'activation du mode service sera enregistrée par l'ordinateur de bord et que les autorités

d'inspection nationales seront en mesure de lire ces enregistrements à l'aide d'un analyseur.

4. Conformément à l'article 43, paragraphe 4, du règlement (UE) 2016/1628, le FEO communique aux utilisateurs finals la valeur des émissions de dioxyde de carbone (CO₂), exprimée en g/kWh, déterminée durant le processus de réception UE par type et figurant dans le certificat de réception UE par type, avec la déclaration suivante: *«Cette mesure du CO₂ est le résultat d'un essai, réalisé sur un cycle fixe dans des conditions de laboratoire, portant sur un moteur [parent] représentatif du type de moteurs [de la famille de moteurs], et ne constitue pas une indication ou une garantie des performances d'un moteur particulier.»*

Annexe XVI

Normes de performance et évaluation des services techniques

1. Exigences générales

Les services techniques démontrent qu'ils disposent de compétences appropriées, de connaissances techniques spécifiques et d'une expérience avérée dans les domaines de compétence spécifiques régis par le règlement (UE) 2016/1628 ainsi que par les actes délégués et d'exécution adoptés conformément à ce règlement.

2. Normes auxquelles les services techniques doivent se conformer

- 2.1. Les services techniques des différentes catégories visés à l'article 45 du règlement (UE) 2016/1628 se conforment aux normes énumérées à l'appendice 1 de l'annexe V de la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil² qui sont applicables aux activités qu'ils mènent.
- 2.2. Dans ledit appendice, la référence à l'article 41 de la directive 2007/46/CE s'entend comme une référence à l'article 45 du règlement (UE) 2016/1628.
- 2.3. Dans ledit appendice, la référence à l'annexe IV de la directive 2007/46/CE s'entend comme une référence au règlement (UE) 2016/1628 ainsi qu'aux actes délégués et d'exécution adoptés en vertu de ce règlement.

3. Procédure d'évaluation des services techniques

- 3.1. La conformité des services techniques aux prescriptions du règlement (UE) 2016/1628 ainsi que des actes délégués et d'exécution adoptés conformément à ce règlement est évaluée selon la procédure énoncée à l'appendice 2 de l'annexe V de la directive 2007/46/CE.
- 3.2. À l'appendice 2 de l'annexe V de la directive 2007/46/CE, les références à l'article 42 de la directive 2007/46/CE s'entendent comme des références à l'article 48 du règlement (UE) 2016/1628.

² Directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil du 5 septembre 2007 établissant un cadre pour la réception des véhicules à moteur, de leurs remorques et des systèmes, des composants et des entités techniques destinés à ces véhicules (JO L 263 du 9.10.2007, p. 1).

Annexe XVII

Caractéristiques des cycles d'essai en conditions stationnaires et transitoires

1. Les tableaux relatifs aux modes d'essai et aux facteurs de pondération des NRSC à modes discrets figurent à l'appendice 1.
2. Les tableaux relatifs aux modes d'essai et aux facteurs de pondération des RMC figurent à l'appendice 2.
3. Les tableaux relatifs à la programmation du dynamomètre pour les cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC) figurent à l'appendice 3.

Appendice 1

NRSC en conditions stationnaires à modes discrets

Cycles d'essai de type C

Cycle C1 - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode	1	2	3	4	5	6	7	8
Régime (a)	100 %				Intermédiaire			Ralenti
Couple (b) (%)	100	75	50	10	100	75	50	0
Facteur de pondération	0,15	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.</p>								

Cycle C2 - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode	1	2	3	4	5	6	7
Régime (a)	100 %	Intermédiaire					Ralenti
Couple (b) (%)	25	100	75	50	25	10	0
Facteur de pondération	0,06	0,02	0,05	0,32	0,30	0,10	0,15
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.</p>							

Cycles d'essai de type D

Cycle D2 - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode (cycle D2)	1	2	3	4	5
Régime (a)	100 %				
Couple (b) (%)	100	75	50	25	10
Facteur de pondération	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de couple est relatif au couple correspondant à la puissance nette nominale déclarée par le constructeur.</p>					

Cycles d'essai de type E

Cycles de type E - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode (cycle E2)	1	2	3	4						
Régime (a)	100 %				Intermédiaire					
Couple (b) (%)	100	75	50	25						
Facteur de pondération	0,2	0,5	0,15	0,15						
Numéro de mode (cycle E3)	1					2		3		4
Régime (a) (%)	100					91		80		63
Puissance (c) (%)	100					75		50		25
Facteur de pondération	0,2					0,5		0,15		0,15
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de couple est relatif au couple correspondant à la puissance nette nominale déclarée par le constructeur au régime moteur commandé.</p> <p>(c) Le % de la puissance est relatif à la puissance nominale maximale au régime à 100 %.</p> <p>(d) Le % de couple est relatif au couple correspondant à la puissance nette nominale.</p>										

Cycle d'essai de type F

Cycle de type F - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode	1	2 (d)	3
Régime (a)	100 %	Intermédiaire	Ralenti
Puissance (%)	100 (c)	50 (c)	5 (b)
Facteur de pondération	0,15	0,25	0,6
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de la puissance à ce mode est relatif à la puissance au mode 1.</p> <p>(c) Le % de la puissance à ce mode est relatif à la puissance nette maximale au régime moteur commandé.</p> <p>(d) Pour les moteurs utilisant un système de commande discret (c'est-à-dire des commandes de type à crans), le mode 2 est défini par le fonctionnement au cran le plus proche des valeurs prescrites pour le mode 2, ou à 35 % de la puissance nominale.</p>			

Cycle d'essai de type G

Cycles de type G - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode (cycle G1)						1	2	3	4	5	6
Régime (a)	100 %					Intermédiaire					Ralenti
Couple (b) %						100	75	50	25	10	0
Facteur de pondération						0,09	0,20	0,29	0,30	0,07	0,05
Numéro de mode (cycle G2)	1	2	3	4	5						6
Régime (a)	100 %					Intermédiaire					Ralenti
Couple (b) %	100	75	50	25	10						0
Facteur de pondération	0,09	0,20	0,29	0,30	0,07						0,05
Numéro de mode (cycle G3)	1										2
Régime (a)	100 %					Intermédiaire					Ralenti
Couple (b) %	100										0
Facteur de pondération	0,85										0,15
(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.											
(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.											

Cycle d'essai de type H

Cycle de type H - Tableau des modes d'essai et des facteurs de pondération

Numéro de mode	1	2	3	4	5
Régime (a) (%)	100	85	75	65	Ralenti
Couple (b) (%)	100	51	33	19	0
Facteur de pondération	0,12	0,27	0,25	0,31	0,05
(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.					
(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.					

Appendice 2

Cycles d'essai en conditions stationnaires à modes raccordés (RMC)

Cycles d'essai de type C

Tableau des modes d'essai RMC-C1

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (c)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	126	Ralenti	0
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	159	Intermédiaire	100
2b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	160	Intermédiaire	50
3b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	162	Intermédiaire	75
4b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
5a Conditions stationnaires	246	100 %	100
5b Transition	20	100 %	Transition linéaire
6a Conditions stationnaires	164	100 %	10
6b Transition	20	100 %	Transition linéaire
7a Conditions stationnaires	248	100 %	75
7b Transition	20	100 %	Transition linéaire
8a Conditions stationnaires	247	100 %	50
8b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
9 Conditions stationnaires	128	Ralenti	0

- (a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.
- (b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.
- (c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.

Tableau des modes d'essai RMC-C2

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (c)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	119	Ralenti	0
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	29	Intermédiaire	100
2b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	150	Intermédiaire	10
3b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	80	Intermédiaire	75
4b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
5a Conditions stationnaires	513	Intermédiaire	25
5b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
6a Conditions stationnaires	549	Intermédiaire	50
6b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
7a Conditions stationnaires	96	100 %	25
7b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
8 Conditions stationnaires	124	Ralenti	0
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.</p> <p>(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.</p>			

Cycles d'essai de type D

Tableau des modes d'essai RMC-D2

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (%) (a)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	53	100	100
1b Transition	20	100	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	101	100	10
2b Transition	20	100	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	277	100	75
3b Transition	20	100	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	339	100	25
4b Transition	20	100	Transition linéaire
5 Conditions stationnaires	350	100	50

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de couple est relatif au couple correspondant à la puissance nette nominale déclarée par le constructeur.

(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant.

Cycles d'essai de type E

Tableau des modes d'essai RMC-E2

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (%) (a)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	229	100	100
1b Transition	20	100	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	166	100	25
2b Transition	20	100	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	570	100	75
3b Transition	20	100	Transition linéaire
4 Conditions stationnaires	175	100	50

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de couple est relatif au couple maximal correspondant à la puissance nette nominale déclarée par le constructeur au régime moteur commandé.

(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant.

Tableau des modes d'essai RMC-E3

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (%) (a) (c)	Puissance (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	229	100	100
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	166	63	25
2b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	570	91	75
3b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
4 Conditions stationnaires	175	80	50
<p>(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.</p> <p>(b) Le % de la puissance est relatif à la puissance nette nominale maximale au régime à 100 %.</p> <p>(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur.</p>			

Cycle d'essai de type F

Tableau des modes d'essai RMC-F

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (e)	Puissance (%) (e)
1a Conditions stationnaires	350	Ralenti	5 (b)
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires (d)	280	Intermédiaire	50 (c)
2b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	160	100 %	100 (c)
3b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
4 Conditions stationnaires	350	Ralenti	5 (c)

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de la puissance à ce mode est relatif à la puissance nette au mode 3a.

(c) Le % de la puissance à ce mode est relatif à la puissance nette maximale au régime moteur commandé.

(d) Pour les moteurs utilisant un système de commande discret (c'est-à-dire des commandes de type à crans), le mode 2a est défini par le fonctionnement au cran le plus proche des valeurs prescrites pour le mode 2a, ou à 35 % de la puissance nominale.

(e) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.

Cycles d'essai de type G

Tableau des modes d'essai RMC-G1

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (c)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	41	Ralenti	0
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	135	Intermédiaire	100
2b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	112	Intermédiaire	10
3b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	337	Intermédiaire	75
4b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
5a Conditions stationnaires	518	Intermédiaire	25
5b Transition	20	Intermédiaire	Transition linéaire
6a Conditions stationnaires	494	Intermédiaire	50
6b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
7 Conditions stationnaires	43	Ralenti	0

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.

(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.

Tableau des modes d'essai RMC-G2

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (c)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	41	Ralenti	0
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	135	100 %	100
2b Transition	20	100 %	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	112	100 %	10
3b Transition	20	100 %	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	337	100 %	75
4b Transition	20	100 %	Transition linéaire
5a Conditions stationnaires	518	100 %	25
5b Transition	20	100 %	Transition linéaire
6a Conditions stationnaires	494	100 %	50
6b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
7 Conditions stationnaires	43	Ralenti	0

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.

(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.

Cycle d'essai de type H

Tableau des modes d'essai RMC-H

Numéro mode RMC	Temps sur ce mode (secondes)	Régime du moteur (a) (c)	Couple (%) (b) (c)
1a Conditions stationnaires	27	Ralenti	0
1b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
2a Conditions stationnaires	121	100 %	100
2b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
3a Conditions stationnaires	347	65 %	19
3b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
4a Conditions stationnaires	305	85 %	51
4b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
5a Conditions stationnaires	272	75 %	33
5b Transition	20	Transition linéaire	Transition linéaire
6 Conditions stationnaires	28	Ralenti	0

(a) Voir les points 5.2.5, 7.6 et 7.7 de l'annexe VI pour la détermination des régimes d'essai requis.

(b) Le % de couple est relatif au couple maximal au régime moteur commandé.

(c) Progression d'un mode au suivant dans les 20 secondes de la phase de transition. Pendant celle-ci, commande d'une progression linéaire du réglage de couple du mode en cours et réglage de couple du mode suivant et commande simultanée de progression linéaire similaire pour le régime moteur s'il y a un changement du réglage du régime.

Appendice 3. 2.4.2.1. Cycles d'essai en conditions transitoires (NRTC et LSI-NRTC)
Programmation du dynamomètre pour l'essai NRTC

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	0	0
16	0	0
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
21	0	0
22	0	0
23	0	0

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
24	1	3
25	1	3
26	1	3
27	1	3
28	1	3
29	1	3
30	1	6
31	1	6
32	2	1
33	4	13
34	7	18
35	9	21
36	17	20
37	33	42
38	57	46
39	44	33
40	31	0
41	22	27
42	33	43
43	80	49
44	105	47
45	98	70
46	104	36

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
47	104	65
48	96	71
49	101	62
50	102	51
51	102	50
52	102	46
53	102	41
54	102	31
55	89	2
56	82	0
57	47	1
58	23	1
59	1	3
60	1	8
61	1	3
62	1	5
63	1	6
64	1	4
65	1	4
66	0	6
67	1	4
68	9	21
69	25	56

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
70	64	26
71	60	31
72	63	20
73	62	24
74	64	8
75	58	44
76	65	10
77	65	12
78	68	23
79	69	30
80	71	30
81	74	15
82	71	23
83	73	20
84	73	21
85	73	19
86	70	33
87	70	34
88	65	47
89	66	47
90	64	53
91	65	45
92	66	38
93	67	49
94	69	39
95	69	39

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
96	66	42
97	71	29
98	75	29
99	72	23
100	74	22
101	75	24
102	73	30
103	74	24
104	77	6
105	76	12
106	74	39
107	72	30
108	75	22
109	78	64
110	102	34
111	103	28
112	103	28
113	103	19
114	103	32
115	104	25
116	103	38
117	103	39
118	103	34
119	102	44
120	103	38
121	102	43

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
122	103	34
123	102	41
124	103	44
125	103	37
126	103	27
127	104	13
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39
250	60	42
251	48	18

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64
269	75	74
270	68	96
271	86	61
272	66	0
273	37	0
274	45	37
275	68	96
276	80	97
277	92	96

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
278	90	97
279	82	96
280	94	81
281	90	85
282	96	65
283	70	96
284	55	95
285	70	96
286	79	96
287	81	71
288	71	60
289	92	65
290	82	63
291	61	47
292	52	37
293	24	0
294	20	7
295	39	48
296	39	54
297	63	58
298	53	31
299	51	24
300	48	40
301	39	0
302	35	18
303	36	16

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
304	29	17
305	28	21
306	31	15
307	31	10
308	43	19
309	49	63
310	78	61
311	78	46
312	66	65
313	78	97
314	84	63
315	57	26
316	36	22
317	20	34
318	19	8
319	9	10
320	5	5
321	7	11
322	15	15
323	12	9
324	13	27
325	15	28
326	16	28
327	16	31
328	15	20
329	17	0

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
330	20	34
331	21	25
332	20	0
333	23	25
334	30	58
335	63	96
336	83	60
337	61	0
338	26	0
339	29	44
340	68	97
341	80	97
342	88	97
343	99	88
344	102	86
345	100	82
346	74	79
347	57	79
348	76	97
349	84	97
350	86	97
351	81	98
352	83	83
353	65	96
354	93	72
355	63	60

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
356	72	49
357	56	27
358	29	0
359	18	13
360	25	11
361	28	24
362	34	53
363	65	83
364	80	44
365	77	46
366	76	50
367	45	52
368	61	98
369	61	69
370	63	49
371	32	0
372	10	8
373	17	7
374	16	13
375	11	6
376	9	5
377	9	12
378	12	46
379	15	30
380	26	28
381	13	9

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
382	16	21
383	24	4
384	36	43
385	65	85
386	78	66
387	63	39
388	32	34
389	46	55
390	47	42
391	42	39
392	27	0
393	14	5
394	14	14
395	24	54
396	60	90
397	53	66
398	70	48
399	77	93
400	79	67
401	46	65
402	69	98
403	80	97
404	74	97
405	75	98
406	56	61
407	42	0

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
408	36	32
409	34	43
410	68	83
411	102	48
412	62	0
413	41	39
414	71	86
415	91	52
416	89	55
417	89	56
418	88	58
419	78	69
420	98	39
421	64	61
422	90	34
423	88	38
424	97	62
425	100	53
426	81	58
427	74	51
428	76	57
429	76	72
430	85	72
431	84	60
432	83	72
433	83	72

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
434	86	72
435	89	72
436	86	72
437	87	72
438	88	72
439	88	71
440	87	72
441	85	71
442	88	72
443	88	72
444	84	72
445	83	73
446	77	73
447	74	73
448	76	72
449	46	77
450	78	62
451	79	35
452	82	38
453	81	41
454	79	37
455	78	35
456	78	38
457	78	46
458	75	49
459	73	50

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
460	79	58
461	79	71
462	83	44
463	53	48
464	40	48
465	51	75
466	75	72
467	89	67
468	93	60
469	89	73
470	86	73
471	81	73
472	78	73
473	78	73
474	76	73
475	79	73
476	82	73
477	86	73
478	88	72
479	92	71
480	97	54
481	73	43
482	36	64
483	63	31
484	78	1
485	69	27

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
486	67	28
487	72	9
488	71	9
489	78	36
490	81	56
491	75	53
492	60	45
493	50	37
494	66	41
495	51	61
496	68	47
497	29	42
498	24	73
499	64	71
500	90	71
501	100	61
502	94	73
503	84	73
504	79	73
505	75	72
506	78	73
507	80	73
508	81	73
509	81	73
510	83	73
511	85	73

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
512	84	73
513	85	73
514	86	73
515	85	73
516	85	73
517	85	72
518	85	73
519	83	73
520	79	73
521	78	73
522	81	73
523	82	72
524	94	56
525	66	48
526	35	71
527	51	44
528	60	23
529	64	10
530	63	14
531	70	37
532	76	45
533	78	18
534	76	51
535	75	33
536	81	17
537	76	45

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
538	76	30
539	80	14
540	71	18
541	71	14
542	71	11
543	65	2
544	31	26
545	24	72
546	64	70
547	77	62
548	80	68
549	83	53
550	83	50
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
668	91	71
669	90	70
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71
692	99	68
693	100	69

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
694	102	72
695	101	69
696	100	69
697	102	71
698	102	71
699	102	69
700	102	71
701	102	68
702	100	69
703	102	70
704	102	68
705	102	70
706	102	72
707	102	68
708	102	69
709	100	68
710	102	71
711	101	64
712	102	69
713	102	69
714	101	69
715	102	64
716	102	69
717	102	68
718	102	70
719	102	69

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
720	102	70
721	102	70
722	102	62
723	104	38
724	104	15
725	102	24
726	102	45
727	102	47
728	104	40
729	101	52
730	103	32
731	102	50
732	103	30
733	103	44
734	102	40
735	103	43
736	103	41
737	102	46
738	103	39
739	102	41
740	103	41
741	102	38
742	103	39
743	102	46
744	104	46
745	103	49

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
746	102	45
747	103	42
748	103	46
749	103	38
750	102	48
751	103	35
752	102	48
753	103	49
754	102	48
755	102	46
756	103	47
757	102	49
758	102	42
759	102	52
760	102	57
761	102	55
762	102	61
763	102	61
764	102	58
765	103	58
766	102	59
767	102	54
768	102	63
769	102	61
770	103	55
771	102	60

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
772	102	72
773	103	56
774	102	55
775	102	67
776	103	56
777	84	42
778	48	7
779	48	6
780	48	6
781	48	7
782	48	6
783	48	7
784	67	21
785	105	59
786	105	96
787	105	74
788	105	66
789	105	62
790	105	66
791	89	41
792	52	5
793	48	5
794	48	7
795	48	5
796	48	6
797	48	4

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
798	52	6
799	51	5
800	51	6
801	51	6
802	52	5
803	52	5
804	57	44
805	98	90
806	105	94
807	105	100
808	105	98
809	105	95
810	105	96
811	105	92
812	104	97
813	100	85
814	94	74
815	87	62
816	81	50
817	81	46
818	80	39
819	80	32
820	81	28
821	80	26
822	80	23
823	80	23

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
824	80	20
825	81	19
826	80	18
827	81	17
828	80	20
829	81	24
830	81	21
831	80	26
832	80	24
833	80	23
834	80	22
835	81	21
836	81	24
837	81	24
838	81	22
839	81	22
840	81	21
841	81	31
842	81	27
843	80	26
844	80	26
845	81	25
846	80	21
847	81	20
848	83	21
849	83	15

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
850	83	12
851	83	9
852	83	8
853	83	7
854	83	6
855	83	6
856	83	6
857	83	6
858	83	6
859	76	5
860	49	8
861	51	7
862	51	20
863	78	52
864	80	38
865	81	33
866	83	29
867	83	22
868	83	16
869	83	12
870	83	9
871	83	8
872	83	7
873	83	6
874	83	6
875	83	6

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
876	83	6
877	83	6
878	59	4
879	50	5
880	51	5
881	51	5
882	51	5
883	50	5
884	50	5
885	50	5
886	50	5
887	50	5
888	51	5
889	51	5
890	51	5
891	63	50
892	81	34
893	81	25
894	81	29
895	81	23
896	80	24
897	81	24
898	81	28
899	81	27
900	81	22
901	81	19

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
902	81	17
903	81	17
904	81	17
905	81	15
906	80	15
907	80	28
908	81	22
909	81	24
910	81	19
911	81	21
912	81	20
913	83	26
914	80	63
915	80	59
916	83	100
917	81	73
918	83	53
919	80	76
920	81	61
921	80	50
922	81	37
923	82	49
924	83	37
925	83	25
926	83	17
927	83	13

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
928	83	10
929	83	8
930	83	7
931	83	7
932	83	6
933	83	6
934	83	6
935	71	5
936	49	24
937	69	64
938	81	50
939	81	43
940	81	42
941	81	31
942	81	30
943	81	35
944	81	28
945	81	27
946	80	27
947	81	31
948	81	41
949	81	41
950	81	37
951	81	43
952	81	34
953	81	31

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
954	81	26
955	81	23
956	81	27
957	81	38
958	81	40
959	81	39
960	81	27
961	81	33
962	80	28
963	81	34
964	83	72
965	81	49
966	81	51
967	80	55
968	81	48
969	81	36
970	81	39
971	81	38
972	80	41
973	81	30
974	81	23
975	81	19
976	81	25
977	81	29
978	83	47
979	81	90

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
980	81	75
981	80	60
982	81	48
983	81	41
984	81	30
985	80	24
986	81	20
987	81	21
988	81	29
989	81	29
990	81	27
991	81	23
992	81	25
993	81	26
994	81	22
995	81	20
996	81	17
997	81	23
998	83	65
999	81	54
1 000	81	50
1 001	81	41
1 002	81	35
1 003	81	37
1 004	81	29
1 005	81	28

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 006	81	24
1 007	81	19
1 008	81	16
1 009	80	16
1 010	83	23
1 011	83	17
1 012	83	13
1 013	83	27
1 014	81	58
1 015	81	60
1 016	81	46
1 017	80	41
1 018	80	36
1 019	81	26
1 020	86	18
1 021	82	35
1 022	79	53
1 023	82	30
1 024	83	29
1 025	83	32
1 026	83	28
1 027	76	60
1 028	79	51
1 029	86	26
1 030	82	34
1 031	84	25

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 032	86	23
1 033	85	22
1 034	83	26
1 035	83	25
1 036	83	37
1 037	84	14
1 038	83	39
1 039	76	70
1 040	78	81
1 041	75	71
1 042	86	47
1 043	83	35
1 044	81	43
1 045	81	41
1 046	79	46
1 047	80	44
1 048	84	20
1 049	79	31
1 050	87	29
1 051	82	49
1 052	84	21
1 053	82	56
1 054	81	30
1 055	85	21
1 056	86	16
1 057	79	52

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 058	78	60
1 059	74	55
1 060	78	84
1 061	80	54
1 062	80	35
1 063	82	24
1 064	83	43
1 065	79	49
1 066	83	50
1 067	86	12
1 068	64	14
1 069	24	14
1 070	49	21
1 071	77	48
1 072	103	11
1 073	98	48
1 074	101	34
1 075	99	39
1 076	103	11
1 077	103	19
1 078	103	7
1 079	103	13
1 080	103	10
1 081	102	13
1 082	101	29
1 083	102	25

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 084	102	20
1 085	96	60
1 086	99	38
1 087	102	24
1 088	100	31
1 089	100	28
1 090	98	3
1 091	102	26
1 092	95	64
1 093	102	23
1 094	102	25
1 095	98	42
1 096	93	68
1 097	101	25
1 098	95	64
1 099	101	35
1 100	94	59
1 101	97	37
1 102	97	60
1 103	93	98
1 104	98	53
1 105	103	13
1 106	103	11
1 107	103	11
1 108	103	13
1 109	103	10

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 110	103	10
1 111	103	11
1 112	103	10
1 113	103	10
1 114	102	18
1 115	102	31
1 116	101	24
1 117	102	19
1 118	103	10
1 119	102	12
1 120	99	56
1 121	96	59
1 122	74	28
1 123	66	62
1 124	74	29
1 125	64	74
1 126	69	40
1 127	76	2
1 128	72	29
1 129	66	65
1 130	54	69
1 131	69	56
1 132	69	40
1 133	73	54
1 134	63	92
1 135	61	67

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 136	72	42
1 137	78	2
1 138	76	34
1 139	67	80
1 140	70	67
1 141	53	70
1 142	72	65
1 143	60	57
1 144	74	29
1 145	69	31
1 146	76	1
1 147	74	22
1 148	72	52
1 149	62	96
1 150	54	72
1 151	72	28
1 152	72	35
1 153	64	68
1 154	74	27
1 155	76	14
1 156	69	38
1 157	66	59
1 158	64	99
1 159	51	86
1 160	70	53
1 161	72	36

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 162	71	47
1 163	70	42
1 164	67	34
1 165	74	2
1 166	75	21
1 167	74	15
1 168	75	13
1 169	76	10
1 170	75	13
1 171	75	10
1 172	75	7
1 173	75	13
1 174	76	8
1 175	76	7
1 176	67	45
1 177	75	13
1 178	75	12
1 179	73	21
1 180	68	46
1 181	74	8
1 182	76	11
1 183	76	14
1 184	74	11
1 185	74	18
1 186	73	22
1 187	74	20

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 188	74	19
1 189	70	22
1 190	71	23
1 191	73	19
1 192	73	19
1 193	72	20
1 194	64	60
1 195	70	39
1 196	66	56
1 197	68	64
1 198	30	68
1 199	70	38
1 200	66	47
1 201	76	14
1 202	74	18
1 203	69	46
1 204	68	62
1 205	68	62
1 206	68	62
1 207	68	62
1 208	68	62
1 209	68	62
1 210	54	50
1 211	41	37
1 212	27	25
1 213	14	12

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 214	0	0
1 215	0	0
1 216	0	0
1 217	0	0
1 218	0	0
1 219	0	0
1 220	0	0
1 221	0	0
1 222	0	0
1 223	0	0
1 224	0	0
1 225	0	0
1 226	0	0
1 227	0	0
1 228	0	0
1 229	0	0
1 230	0	0
1 231	0	0
1 232	0	0
1 233	0	0
1 234	0	0
1 235	0	0
1 236	0	0
1 237	0	0
1 238	0	0

Programmation du dynamomètre pour l'essai LSI-NRTC

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	1	8
10	6	54
11	8	61
12	34	59
13	22	46
14	5	51
15	18	51
16	31	50
17	30	56
18	31	49
19	25	66
20	58	55
21	43	31
22	16	45
23	24	38

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
24	24	27
25	30	33
26	45	65
27	50	49
28	23	42
29	13	42
30	9	45
31	23	30
32	37	45
33	44	50
34	49	52
35	55	49
36	61	46
37	66	38
38	42	33
39	17	41
40	17	37
41	7	50
42	20	32
43	5	55
44	30	42
45	44	53
46	45	56
47	41	52

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
48	24	41
49	15	40
50	11	44
51	32	31
52	38	54
53	38	47
54	9	55
55	10	50
56	33	55
57	48	56
58	49	47
59	33	44
60	52	43
61	55	43
62	59	38
63	44	28
64	24	37
65	12	44
66	9	47
67	12	52
68	34	21
69	29	44
70	44	54
71	54	62

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
72	62	57
73	72	56
74	88	71
75	100	69
76	100	34
77	100	42
78	100	54
79	100	58
80	100	38
81	83	17
82	61	15
83	43	22
84	24	35
85	16	39
86	15	45
87	32	34
88	14	42
89	8	48
90	5	51
91	10	41
92	12	37
93	4	47
94	3	49
95	3	50
96	4	49
97	4	48

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
98	8	43
99	2	51
100	5	46
101	8	41
102	4	47
103	3	49
104	6	45
105	3	48
106	10	42
107	18	27
108	3	50
109	11	41
110	34	29
111	51	57
112	67	63
113	61	32
114	44	31
115	48	54
116	69	65
117	85	65
118	81	29
119	74	21
120	62	23
121	76	58
122	96	75
123	100	77

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
124	100	27
125	100	79
126	100	79
127	100	81
128	100	57
129	99	52
130	81	35
131	69	29
132	47	22
133	34	28
134	27	37
135	83	60
136	100	74
137	100	7
138	100	2
139	70	18
140	23	39
141	5	54
142	11	40
143	11	34
144	11	41
145	19	25
146	16	32
147	20	31
148	21	38
149	21	42

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
150	9	51
151	4	49
152	2	51
153	1	58
154	21	57
155	29	47
156	33	45
157	16	49
158	38	45
159	37	43
160	35	42
161	39	43
162	51	49
163	59	55
164	65	54
165	76	62
166	84	59
167	83	29
168	67	35
169	84	54
170	90	58
171	93	43
172	90	29
173	66	19
174	52	16
175	49	17

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
176	56	38
177	73	71
178	86	80
179	96	75
180	89	27
181	66	17
182	50	18
183	36	25
184	36	24
185	38	40
186	40	50
187	27	48
188	19	48
189	23	50
190	19	45
191	6	51
192	24	48
193	49	67
194	47	49
195	22	44
196	25	40
197	38	54
198	43	55
199	40	52
200	14	49
201	11	45

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
202	7	48
203	26	41
204	41	59
205	53	60
206	44	54
207	22	40
208	24	41
209	32	53
210	44	74
211	57	25
212	22	49
213	29	45
214	19	37
215	14	43
216	36	40
217	43	63
218	42	49
219	15	50
220	19	44
221	47	59
222	67	80
223	76	74
224	87	66
225	98	61
226	100	38
227	97	27

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
228	100	53
229	100	72
230	100	49
231	100	4
232	100	13
233	87	15
234	53	26
235	33	27
236	39	19
237	51	33
238	67	54
239	83	60
240	95	52
241	100	50
242	100	36
243	100	25
244	85	16
245	62	16
246	40	26
247	56	39
248	81	75
249	98	86
250	100	76
251	100	51
252	100	78
253	100	83

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
254	100	100
255	100	66
256	100	85
257	100	72
258	100	45
259	98	58
260	60	30
261	43	32
262	71	36
263	44	32
264	24	38
265	42	17
266	22	51
267	13	53
268	23	45
269	29	50
270	28	42
271	21	55
272	34	57
273	44	47
274	19	46
275	13	44
276	25	36
277	43	51
278	55	73
279	68	72

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
280	76	63
281	80	45
282	83	40
283	78	26
284	60	20
285	47	19
286	52	25
287	36	30
288	40	26
289	45	34
290	47	35
291	42	28
292	46	38
293	48	44
294	68	61
295	70	47
296	48	28
297	42	22
298	31	29
299	22	35
300	28	28
301	46	46
302	62	69
303	76	81
304	88	85
305	98	81

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
306	100	74
307	100	13
308	100	11
309	100	17
310	99	3
311	80	7
312	62	11
313	63	11
314	64	16
315	69	43
316	81	67
317	93	74
318	100	72
319	94	27
320	73	15
321	40	33
322	40	52
323	50	50
324	11	53
325	12	45
326	5	50
327	1	55
328	7	55
329	62	60
330	80	28
331	23	37

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
332	39	58
333	47	24
334	59	51
335	58	68
336	36	52
337	18	42
338	36	52
339	59	73
340	72	85
341	85	92
342	99	90
343	100	72
344	100	18
345	100	76
346	100	64
347	100	87
348	100	97
349	100	84
350	100	100
351	100	91
352	100	83
353	100	93
354	100	100
355	94	43
356	72	10
357	77	3

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
358	48	2
359	29	5
360	59	19
361	63	5
362	35	2
363	24	3
364	28	2
365	36	16
366	54	23
367	60	10
368	33	1
369	23	0
370	16	0
371	11	0
372	20	0
373	25	2
374	40	3
375	33	4
376	34	5
377	46	7
378	57	10
379	66	11
380	75	14
381	79	11
382	80	16
383	92	21

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
384	99	16
385	83	2
386	71	2
387	69	4
388	67	4
389	74	16
390	86	25
391	97	28
392	100	15
393	83	2
394	62	4
395	40	6
396	49	10
397	36	5
398	27	4
399	29	3
400	22	2
401	13	3
402	37	36
403	90	26
404	41	2
405	25	2
406	29	2
407	38	7
408	50	13
409	55	10

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
410	29	3
411	24	7
412	51	16
413	62	15
414	72	35
415	91	74
416	100	73
417	100	8
418	98	11
419	100	59
420	100	98
421	100	99
422	100	75
423	100	95
424	100	100
425	100	97
426	100	90
427	100	86
428	100	82
429	97	43
430	70	16
431	50	20
432	42	33
433	89	64
434	89	77
435	99	95

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
436	100	41
437	77	12
438	29	37
439	16	41
440	16	38
441	15	36
442	18	44
443	4	55
444	24	26
445	26	35
446	15	45
447	21	39
448	29	52
449	26	46
450	27	50
451	13	43
452	25	36
453	37	57
454	29	46
455	17	39
456	13	41
457	19	38
458	28	35
459	8	51
460	14	36
461	17	47

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
462	34	39
463	34	57
464	11	70
465	13	51
466	13	68
467	38	44
468	53	67
469	29	69
470	19	65
471	52	45
472	61	79
473	29	70
474	15	53
475	15	60
476	52	40
477	50	61
478	13	74
479	46	51
480	60	73
481	33	84
482	31	63
483	41	42
484	26	69
485	23	65
486	48	49
487	28	57

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
488	16	67
489	39	48
490	47	73
491	35	87
492	26	73
493	30	61
494	34	49
495	35	66
496	56	47
497	49	64
498	59	64
499	42	69
500	6	77
501	5	59
502	17	59
503	45	53
504	21	62
505	31	60
506	53	68
507	48	79
508	45	61
509	51	47
510	41	48
511	26	58
512	21	62
513	50	52

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
514	39	65
515	23	65
516	42	62
517	57	80
518	66	81
519	64	62
520	45	42
521	33	42
522	27	57
523	31	59
524	41	53
525	45	72
526	48	73
527	46	90
528	56	76
529	64	76
530	69	64
531	72	59
532	73	58
533	71	56
534	66	48
535	61	50
536	55	56
537	52	52
538	54	49
539	61	50

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
540	64	54
541	67	54
542	68	52
543	60	53
544	52	50
545	45	49
546	38	45
547	32	45
548	26	53
549	23	56
550	30	49
551	33	55
552	35	59
553	33	65
554	30	67
555	28	59
556	25	58
557	23	56
558	22	57
559	19	63
560	14	63
561	31	61
562	35	62
563	21	80
564	28	65
565	7	74

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
566	23	54
567	38	54
568	14	78
569	38	58
570	52	75
571	59	81
572	66	69
573	54	44
574	48	34
575	44	33
576	40	40
577	28	58
578	27	63
579	35	45
580	20	66
581	15	60
582	10	52
583	22	56
584	30	62
585	21	67
586	29	53
587	41	56
588	15	67
589	24	56
590	42	69
591	39	83

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
592	40	73
593	35	67
594	32	61
595	30	65
596	30	72
597	48	51
598	66	58
599	62	71
600	36	63
601	17	59
602	16	50
603	16	62
604	34	48
605	51	66
606	35	74
607	15	56
608	19	54
609	43	65
610	52	80
611	52	83
612	49	57
613	48	46
614	37	36
615	25	44
616	14	53
617	13	64

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
618	23	56
619	21	63
620	18	67
621	20	54
622	16	67
623	26	56
624	41	65
625	28	62
626	19	60
627	33	56
628	37	70
629	24	79
630	28	57
631	40	57
632	40	58
633	28	44
634	25	41
635	29	53
636	31	55
637	26	64
638	20	50
639	16	53
640	11	54
641	13	53
642	23	50
643	32	59

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
644	36	63
645	33	59
646	24	52
647	20	52
648	22	55
649	30	53
650	37	59
651	41	58
652	36	54
653	29	49
654	24	53
655	14	57
656	10	54
657	9	55
658	10	57
659	13	55
660	15	64
661	31	57
662	19	69
663	14	59
664	33	57
665	41	65
666	39	64
667	39	59
668	39	51
669	28	41

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
670	19	49
671	27	54
672	37	63
673	32	74
674	16	70
675	12	67
676	13	60
677	17	56
678	15	62
679	25	47
680	27	64
681	14	71
682	5	65
683	6	57
684	6	57
685	15	52
686	22	61
687	14	77
688	12	67
689	12	62
690	14	59
691	15	58
692	18	55
693	22	53
694	19	69
695	14	67

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
696	9	63
697	8	56
698	17	49
699	25	55
700	14	70
701	12	60
702	22	57
703	27	67
704	29	68
705	34	62
706	35	61
707	28	78
708	11	71
709	4	58
710	5	58
711	10	56
712	20	63
713	13	76
714	11	65
715	9	60
716	7	55
717	8	53
718	10	60
719	28	53
720	12	73
721	4	64

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
722	4	61
723	4	61
724	10	56
725	8	61
726	20	56
727	32	62
728	33	66
729	34	73
730	31	61
731	33	55
732	33	60
733	31	59
734	29	58
735	31	53
736	33	51
737	33	48
738	27	44
739	21	52
740	13	57
741	12	56
742	10	64
743	22	47
744	15	74
745	8	66
746	34	47
747	18	71

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
748	9	57
749	11	55
750	12	57
751	10	61
752	16	53
753	12	75
754	6	70
755	12	55
756	24	50
757	28	60
758	28	64
759	23	60
760	20	56
761	26	50
762	28	55
763	18	56
764	15	52
765	11	59
766	16	59
767	34	54
768	16	82
769	15	64
770	36	53
771	45	64
772	41	59
773	34	50

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
774	27	45
775	22	52
776	18	55
777	26	54
778	39	62
779	37	71
780	32	58
781	24	48
782	14	59
783	7	59
784	7	55
785	18	49
786	40	62
787	44	73
788	41	68
789	35	48
790	29	54
791	22	69
792	46	53
793	59	71
794	69	68
795	75	47
796	62	32
797	48	35
798	27	59
799	13	58

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
800	14	54
801	21	53
802	23	56
803	23	57
804	23	65
805	13	65
806	9	64
807	27	56
808	26	78
809	40	61
810	35	76
811	28	66
812	23	57
813	16	50
814	11	53
815	9	57
816	9	62
817	27	57
818	42	69
819	47	75
820	53	67
821	61	62
822	63	53
823	60	54
824	56	44
825	49	39

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
826	39	35
827	30	34
828	33	46
829	44	56
830	50	56
831	44	52
832	38	46
833	33	44
834	29	45
835	24	46
836	18	52
837	9	55
838	10	54
839	20	53
840	27	58
841	29	59
842	30	62
843	30	65
844	27	66
845	32	58
846	40	56
847	41	57
848	18	73
849	15	55
850	18	50
851	17	52

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
852	20	49
853	16	62
854	4	67
855	2	64
856	7	54
857	10	50
858	9	57
859	5	62
860	12	51
861	14	65
862	9	64
863	31	50
864	30	78
865	21	65
866	14	51
867	10	55
868	6	59
869	7	59
870	19	54
871	23	61
872	24	62
873	34	61
874	51	67
875	60	66
876	58	55
877	60	52

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
878	64	55
879	68	51
880	63	54
881	64	50
882	68	58
883	73	47
884	63	40
885	50	38
886	29	61
887	14	61
888	14	53
889	42	6
890	58	6
891	58	6
892	77	39
893	93	56
894	93	44
895	93	37
896	93	31
897	93	25
898	93	26
899	93	27
900	93	25
901	93	21
902	93	22
903	93	24

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
904	93	23
905	93	27
906	93	34
907	93	32
908	93	26
909	93	31
910	93	34
911	93	31
912	93	33
913	93	36
914	93	37
915	93	34
916	93	30
917	93	32
918	93	35
919	93	35
920	93	32
921	93	28
922	93	23
923	94	18
924	95	18
925	96	17
926	95	13
927	96	10
928	95	9
929	95	7

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
930	95	7
931	96	7
932	96	6
933	96	6
934	95	6
935	90	6
936	69	43
937	76	62
938	93	47
939	93	39
940	93	35
941	93	34
942	93	36
943	93	39
944	93	34
945	93	26
946	93	23
947	93	24
948	93	24
949	93	22
950	93	19
951	93	17
952	93	19
953	93	22
954	93	24
955	93	23

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
956	93	20
957	93	20
958	94	19
959	95	19
960	95	17
961	96	13
962	95	10
963	96	9
964	95	7
965	95	7
966	95	7
967	95	6
968	96	6
969	96	6
970	89	6
971	68	6
972	57	6
973	66	32
974	84	52
975	93	46
976	93	42
977	93	36
978	93	28
979	93	23
980	93	19
981	93	16

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
982	93	15
983	93	16
984	93	15
985	93	14
986	93	15
987	93	16
988	94	15
989	93	32
990	93	45
991	93	43
992	93	37
993	93	29
994	93	23
995	93	20
996	93	18
997	93	16
998	93	17
999	93	16
1 000	93	15
1 001	93	15
1 002	93	15
1 003	93	14
1 004	93	15
1 005	93	15
1 006	93	14
1 007	93	13

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 008	93	14
1 009	93	14
1 010	93	15
1 011	93	16
1 012	93	17
1 013	93	20
1 014	93	22
1 015	93	20
1 016	93	19
1 017	93	20
1 018	93	19
1 019	93	19
1 020	93	20
1 021	93	32
1 022	93	37
1 023	93	28
1 024	93	26
1 025	93	24
1 026	93	22
1 027	93	22
1 028	93	21
1 029	93	20
1 030	93	20
1 031	93	20
1 032	93	20
1 033	93	19

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 034	93	18
1 035	93	20
1 036	93	20
1 037	93	20
1 038	93	20
1 039	93	19
1 040	93	18
1 041	93	18
1 042	93	17
1 043	93	16
1 044	93	16
1 045	93	15
1 046	93	16
1 047	93	18
1 048	93	37
1 049	93	48
1 050	93	38
1 051	93	31
1 052	93	26
1 053	93	21
1 054	93	18
1 055	93	16
1 056	93	17
1 057	93	18
1 058	93	19
1 059	93	21

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 060	93	20
1 061	93	18
1 062	93	17
1 063	93	17
1 064	93	18
1 065	93	18
1 066	93	18
1 067	93	19
1 068	93	18
1 069	93	18
1 070	93	20
1 071	93	23
1 072	93	25
1 073	93	25
1 074	93	24
1 075	93	24
1 076	93	22
1 077	93	22
1 078	93	22
1 079	93	19
1 080	93	16
1 081	95	17
1 082	95	37
1 083	93	43
1 084	93	32
1 085	93	27

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 086	93	26
1 087	93	24
1 088	93	22
1 089	93	22
1 090	93	22
1 091	93	23
1 092	93	22
1 093	93	22
1 094	93	23
1 095	93	23
1 096	93	23
1 097	93	22
1 098	93	23
1 099	93	23
1 100	93	23
1 101	93	25
1 102	93	27
1 103	93	26
1 104	93	25
1 105	93	27
1 106	93	27
1 107	93	27
1 108	93	24
1 109	93	20
1 110	93	18
1 111	93	17

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 112	93	17
1 113	93	18
1 114	93	18
1 115	93	18
1 116	93	19
1 117	93	22
1 118	93	22
1 119	93	19
1 120	93	17
1 121	93	17
1 122	93	18
1 123	93	18
1 124	93	19
1 125	93	19
1 126	93	20
1 127	93	19
1 128	93	20
1 129	93	25
1 130	93	30
1 131	93	31
1 132	93	26
1 133	93	21
1 134	93	18
1 135	93	20
1 136	93	25
1 137	93	24

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 138	93	21
1 139	93	21
1 140	93	22
1 141	93	22
1 142	93	28
1 143	93	29
1 144	93	23
1 145	93	21
1 146	93	18
1 147	93	16
1 148	93	16
1 149	93	16
1 150	93	17
1 151	93	17
1 152	93	17
1 153	93	17
1 154	93	23
1 155	93	26
1 156	93	22
1 157	93	18
1 158	93	16
1 159	93	16
1 160	93	17
1 161	93	19
1 162	93	18
1 163	93	16

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 164	93	19
1 165	93	22
1 166	93	25
1 167	93	29
1 168	93	27
1 169	93	22
1 170	93	18
1 171	93	16
1 172	93	19
1 173	93	19
1 174	93	17
1 175	93	17
1 176	93	17
1 177	93	16
1 178	93	16
1 179	93	15
1 180	93	16
1 181	93	15
1 182	93	17
1 183	93	21
1 184	93	30
1 185	93	53
1 186	93	54
1 187	93	38
1 188	93	30
1 189	93	24

Temps (s)	Régime normalisé (%)	Couple normalisé (%)
1 190	93	20
1 191	95	20
1 192	96	18
1 193	96	15
1 194	96	11
1 195	95	9
1 196	95	8
1 197	96	7
1 198	94	33
1 199	93	46
1 200	93	37
1 201	16	8
1 202	0	0
1 203	0	0
1 204	0	0
1 205	0	0
1 206	0	0
1 207	0	0
1 208	0	0
1 209	0	0