



---

**Commission économique pour l'Europe**

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation  
des Règlements concernant les véhicules**

Groupe de travail de la pollution et de l'énergie

Soixante-septième session

Genève, 14 novembre 2013

Point 2 de l'ordre du jour provisoire

**Procédure d'essai mondiale harmonisée pour les voitures  
particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP)****Proposition visant à élaborer un nouveau Règlement  
technique mondial relatif à la procédure d'essai  
mondiale harmonisée en ce qui concerne  
les émissions des voitures particulières  
et véhicules utilitaires légers (WLTP)****Communication des experts de la Commission européenne  
et du Japon\* \*\***

Le texte ci-après a été établi par les experts de la Commission européenne et du Japon sur la base des travaux du groupe informel WLTP et de ses sous-groupes. La proposition donne suite à la proposition visant à élaborer un nouveau Règlement technique mondial relatif à la procédure d'essai mondiale harmonisée en ce qui concerne les émissions des voitures particulières et véhicules utilitaires légers (ECE/TRANS/WP.29/AC.3/26 et 26/Add.1).

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2010-2014 (ECE/TRANS/208, par. 106, et ECE/TRANS/2010/8, activité 02.4), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis dans le cadre de ce mandat.

\*\* Le présent document a été soumis tardivement du fait de sa nature complexe, de l'arrivée tardive des données provenant d'autres sources et de la nécessité d'inclure les derniers résultats des travaux sur cette question.



## **Projet de Règlement technique mondial relatif à la procédure d'essai mondiale harmonisée en ce qui concerne les émissions des voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP)**

### **I. Exposé de l'argumentation technique sur laquelle se fonde le projet**

#### **A. Introduction**

1. L'obligation de conformité des véhicules aux règlements concernant les émissions est un aspect clef de l'homologation des véhicules à l'échelle mondiale. Les émissions concernées comprennent des polluants ayant un impact négatif direct (et principalement local) sur la santé et l'environnement ainsi que des polluants ayant un impact environnemental nuisible à une échelle mondiale. Les règlements s'appliquant aux émissions sont le plus souvent des documents complexes, décrivant des procédures de mesure dans tout un ensemble de conditions bien définies, fixant des valeurs limites pour les émissions, mais aussi réglementant d'autres caractéristiques telles que la durabilité et la surveillance par autodiagnostic des équipements antipollution.

2. La plupart des constructeurs produisent des véhicules pour une clientèle répartie dans le monde, ou tout au moins dans plusieurs régions. Bien que les véhicules ne soient pas identiques à l'échelle mondiale, du fait que les types et modèles de véhicules tendent à s'adapter aux préférences et conditions de vie locales, l'obligation de satisfaire à des prescriptions différentes en matière d'émissions dans chaque région occasionne des coûts élevés d'un point de vue administratif et du point de vue de la conception des véhicules. Les constructeurs de véhicule auraient donc beaucoup à gagner à l'harmonisation des procédures d'essai et prescriptions de résultats concernant les émissions des véhicules dans la mesure la plus large possible à une échelle mondiale. Les autorités de réglementation, elles aussi, ont à gagner à une harmonisation mondiale car elle leur offre des gains en efficacité dans l'adaptation aux progrès techniques, un potentiel de collaboration pour la surveillance du marché et un échange d'informations facilité entre les autorités.

3. Compte tenu de ces arguments, des travaux ont été lancés par les parties intéressées en vue d'établir le présent Règlement technique mondial (RTM) de l'ONU sur les procédures d'essai harmonisées concernant les émissions pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTP), visant à harmoniser ces procédures pour ces catégories de véhicules. Les procédures d'essai des véhicules devraient être représentatives des conditions de circulation réelles dans toute la mesure possible afin de permettre une comparaison des performances des véhicules lors de l'homologation et en circulation réelle. Malheureusement, ce critère impose certaines limitations en ce qui concerne le degré d'harmonisation pouvant être réalisé, étant donné par exemple que les températures ambiantes sont très variables à une échelle mondiale. En outre, compte tenu des niveaux différents de développement économique d'un endroit à l'autre, des variations de la densité de la population et des coûts associés à la technologie de réduction des émissions, le degré de sévérité de la réglementation continuera d'être variable d'une région à l'autre dans un avenir prévisible. C'est pourquoi, par exemple, la fixation de valeurs limites d'émissions ne fait pas partie des prescriptions du présent RTM au stade actuel.

4. L'objectif visé par le RTM est celui d'une mise en œuvre dans la législation régionale par le plus grand nombre possible de Parties contractantes. Cependant, le champ d'application des législations régionales du point de vue des catégories de véhicules concernées dépend des conditions régionales et ne peut pas être prédit au stade actuel. Par contre, conformément aux règles de l'Accord CEE de 1998, les Parties contractantes qui mettent en œuvre un RTM doivent inclure tous les équipements entrant dans le champ formel du RTM. Il est donc important de veiller à ce que le champ exagérément large d'application d'un RTM ne fasse pas obstacle à sa mise en œuvre dans la région. C'est pourquoi le champ d'application officiel du présent RTM est limité à la catégorie de voitures particulières et utilitaires légers. Cette limitation, toutefois, du champ d'application ne veut pas dire que ce RTM ne puisse pas être appliqué à un échantillon plus large de catégories de véhicules dans le cadre de la législation régionale. De fait, les Parties contractantes sont encouragées à élargir le champ d'application régional du RTM, si cette manière de procéder est techniquement, économiquement et administrativement viable.

5. La première version du RTM, en particulier, ne contient pas de prescriptions d'essai spécifiques pour les véhicules bicarburants et les véhicules hybrides non basés sur une combinaison de moteurs à combustion interne et de moteurs électriques. Ainsi, par exemple, il n'inclut pas de prescriptions spécifiques pour les véhicules hybrides à piles à combustible ou utilisant un gaz comprimé en tant que moyen de stockage de l'énergie. En conséquence, ces véhicules ne sont pas inclus dans le champ du RTM WLTP. Les Parties contractantes, cependant, peuvent appliquer les prescriptions de ce RTM à de tels véhicules dans la mesure où cela est possible, et les compléter par des prescriptions additionnelles concernant par exemple les essais d'émissions avec différentes qualités et types de carburant, dans la législation régionale.

## **B. Historique des étapes antérieures et évolution future du projet WLTP**

6. À sa session de novembre 2007, le WP.29 avait décidé d'établir un groupe informel WLTP relevant du GRPE en vue d'élaborer une feuille de route en ce qui concerne l'élaboration du Règlement WLTP. Après diverses réunions et des débats intenses, le groupe informel WLTP a présenté en juin 2009 une première feuille de route comprenant trois phases, qui a été par la suite révisée un certain nombre de fois, et qui comprend désormais les tâches principales suivantes:

a) Phase 1 (2009-2014): élaboration du cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers et de la procédure d'essai associée pour la mesure commune des composés pris comme critères, du CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant et d'énergie;

b) Phase 2 (2014-2018): procédure d'essai aux basses températures/aux hautes altitudes, durabilité, conformité en service, prescriptions techniques concernant l'autodiagnostic (OBD), efficacité énergétique des systèmes mobiles d'air conditionné (MAC), émissions hors cycle en conduite réelle;

c) Phase 3 (2018-...): fixation des valeurs limites d'émissions et des valeurs seuils OBD, définition des carburants de référence, comparaison entre prescriptions régionales.

7. Il convient de noter que dès les débuts du processus WLTP, l'Union européenne était motivée par un objectif politique explicite résultant de la législation de l'Union (Règlements CE 443/2009 et 510/2011) qui prescrivait la mise au point d'un cycle d'essai nouveau et plus réaliste d'ici à 2014, ce qui a eu l'effet d'une incitation politique majeure pour la fixation du cadre temporel de la phase 1.

8. Pour les travaux de la phase 1, les groupes de travail et sous-groupes suivants ont été établis:

a) Élaboration du cycle harmonisé (DHC): élaboration d'un nouveau cycle d'essai mondial harmonisé pour voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTC), c'est-à-dire établissement de la courbe de fonctionnement pour l'essai WLTP sur la base d'une analyse statistique des données de circulation en condition réelle;

Le groupe DHC a commencé ses travaux en septembre 2009, puis lancé l'opération de collecte des données sur la circulation en 2010, et proposé une première version du cycle d'essai à la mi-2011, cycle d'essai qui a été révisé un certain nombre de fois pour prendre en compte des aspects techniques tels que la facilité de conduite et la prise en compte de conditions de fonctionnement plus représentatives après une première validation;

b) Élaboration des procédures d'essai (DTP): élaboration de procédures d'essai avec la participation de groupes d'experts spécifiques;

i) Groupe PM-PN: mesures de la masse des particules (PM) et du nombre de particules (PN);

ii) Groupe APM: mesures de polluants additionnels, procédures de mesure pour les polluants d'échappement qui ne sont pas encore visés par la réglementation en tant que composés, mais qui pourraient l'être dans un avenir proche, tels que le NO<sub>2</sub>, l'éthanol, les aldéhydes;

iii) Groupe LabProcICE: conditions d'essai et procédures de mesure des composés réglementés existants pour les véhicules équipés de moteurs à combustion interne (autres que les mesures de PM et de PN);

iv) Groupe VE-VEH: conditions d'essai et procédures de mesure spécifiques pour les véhicules électriques et véhicules hybrides électriques;

v) Groupe REF-FUEL: définition des carburants de référence.

Le groupe DTP a commencé ses travaux en avril 2010.

9. Cette première version du RTM prendra seulement en compte les résultats de la phase 1. Au cours des travaux du groupe DTP, il est apparu qu'un certain nombre de questions, concernant en particulier mais non exclusivement les véhicules électriques et électriques hybrides, ne pourraient pas être tranchées à temps pour l'adoption de la première version du RTM WLTP par le WP.29 en mars 2014. Il a donc été convenu que ces éléments seraient ultérieurement élaborés par les groupes d'experts existants et devraient être adoptés en tant qu'amendement «phase 1b» au RTM WLTP dans un délai approprié. Sans prétention à traiter le sujet complètement, la «phase 1b» devrait traiter des questions suivantes:

a) LabProcICE:

i) Méthodes de normalisation, index de la courbe d'essai;

ii) Évaluation du point de vue de la consommation d'énergie et de la variation de la vitesse absolue pour les écarts par rapport à la courbe de vitesse;

iii) Essai en soufflerie en tant que variante de méthode pour la détermination de la résistance à l'avancement sur route;

iv) Essai supplémentaire avec des conditions représentatives en matière de température régionale et de périodes de stabilisation thermique.

- b) VE-VEH:
  - i) Méthode de calcul de l'autonomie au cours de chaque phase pour les véhicules électriques purs (VEP);
  - ii) Procédure d'essai raccourcie pour l'essai d'autonomie des VEP;
  - iii) Émissions combinées de CO<sub>2</sub> (consommation de carburant) pour chaque phase pour les véhicules électriques hybrides à recharge extérieure (VEH-RE);
  - iv) Puissance et vitesse maximale pour les véhicules électriques hybrides (VEH) et les véhicules électriques purs (VEP);
  - v) Approche d'essai combinée pour les véhicules hybrides électriques à recharge extérieure (VEH-RE) et les véhicules électriques (VEP);
  - vi) Véhicules à piles à combustible;
  - vii) Facteurs d'utilisation;
  - viii) Préconditionnement;
  - ix) Mode prédominant.
- c) APM:
 

Méthode de mesure pour l'ammoniac, l'éthanol et les aldéhydes.
- d) DHC:
  - i) Critères d'écart par rapport à la courbe de vitesse;
  - ii) Facteurs de réajustement (réduction à l'échelle) en fonctionnement à plein gaz (WOT);
  - iii) Marche en roue libre et changement de rapports.

### C. Historique des cycles d'essai et des procédures d'essai

10. L'élaboration du cycle d'essai mondial harmonisé pour voitures particulières et véhicules utilitaires légers s'est fondée sur l'expérience acquise grâce aux travaux sur la procédure mondiale harmonisée d'homologation des véhicules utilitaires lourds (WHDC), le cycle d'essai mondial harmonisé pour les motocycles (WMTC) et d'autres cycles nationaux.

11. Le cycle WLTC est un cycle transitoire par conception. Dans l'élaboration du cycle WLTC, des données sur les conditions de circulation provenant de toutes les Parties contractantes participantes ont été rassemblées et pondérées en fonction de la contribution relative des régions concernées au kilométrage mondial parcouru et aux données collectées pour le projet WLTP.

12. Les données sur la circulation ainsi obtenues ont été ensuite subdivisées en période de fonctionnement au ralenti et de «courts trajets» (c'est-à-dire les épisodes de circulation compris entre deux périodes de ralenti). En combinant de manière randomisée ces segments, on a obtenu un grand nombre de «précycles». À partir de la dernière famille de précycles, le cycle le mieux adapté à certaines caractéristiques dynamiques de la base de données d'origine WLTP a été retenu en tant que premier «cycle brut WLTC». Au cours des travaux ultérieurs, le cycle brut WLTC a été affiné ultérieurement, en particulier en ce qui concerne les caractéristiques de conduite et la représentativité, processus qui a abouti au cycle final WLTC.

13. Les caractéristiques de conduite du cycle WLTC ont été évaluées de manière approfondie au cours du processus d'élaboration et ont été confirmées par trois phases distinctes de validation. Des versions spécifiques du cycle pour certains véhicules ayant des performances limitées par suite d'un rapport puissance/masse défavorable ou d'une vitesse maximale limitée ont été introduites. En outre, la courbe de fonctionnement devant être suivie par un véhicule soumis à l'essai serait réduite à l'échelle conformément à une méthode mathématiquement définie si le véhicule devait être soumis à une proportion exagérément élevée d'épisodes de conduite «à plein gaz» pour pouvoir suivre la courbe de fonctionnement d'origine. Les points de changement de rapports sont déterminés conformément à une procédure mathématique basée sur les caractéristiques des véhicules individuels, ce qui tend à améliorer les caractéristiques de conduite du cycle WLTC.

14. Pour l'élaboration des procédures d'essai, le sous-groupe DTP a pris en compte les dispositions de la législation existante en matière d'émissions et de consommation d'énergie, en particulier celles relevant des Accords de 1958 et de 1998, celles du Japon et celles émanant de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US EPA Standard Part 1066). Ces procédures d'essai ont été soumises à un examen critique, comparées l'une à l'autre, actualisées en fonction du progrès technique et complétées par de nouveaux éléments lorsqu'il était nécessaire.

#### **D. Faisabilité technique, coûts prévus et avantages**

15. Au stade de la conception et de la validation du cycle WLTP, une grande importance a été attribuée à son applicabilité pratique, qui a été garantie par un certain nombre de mesures expliquées ci-dessus.

16. Le WLTP a certes été défini dans l'ensemble sur la base des meilleures technologies existant au moment de son élaboration, mais les aspects de la facilitation pratique de l'application des procédures WLTP à l'échelle mondiale n'ont pas été perdus de vue. Cette dernière considération a eu certaines incidences, par exemple sur la définition de valeurs de consigne et de tolérance pour plusieurs paramètres d'essai, tels que la température d'essai ou les écarts par rapport à la courbe de fonctionnement. Le nécessaire a été fait en outre pour que les installations d'essai non pourvues des équipements techniques les plus récents puissent elles aussi effectuer les essais de certification WLTP, ce qui imposait l'application de tolérances plus larges que celles qui auraient été applicables dans le cas uniquement des installations les plus performantes.

17. Initialement, le remplacement d'un cycle d'essai régional par le cycle WLTP occasionnera certains frais aux constructeurs de véhicules, aux services techniques et aux autorités, tout au moins si cette question est considérée à l'échelle locale, car il sera nécessaire de moderniser certains équipements d'essai et certaines procédures. Ces frais devraient toutefois être raisonnables, étant donné que de telles actualisations sont effectuées régulièrement pour adapter le matériel et les méthodes à l'évolution technique. Les frais occasionnés devraient être calculés à l'échelle régionale car ils varient notablement en fonction des conditions locales.

18. Comme il a été souligné dans l'exposé de l'argumentation technique, la mise en place d'une procédure d'essai harmonisée pour les voitures particulières et utilitaires légers, par principe, offre un potentiel de réduction des coûts pour les constructeurs. La conception des véhicules peut être plus largement unifiée sur une échelle mondiale et les procédures administratives simplifiées en conséquence. La détermination des gains monétaires dépend dans une large mesure de l'ampleur et de la date de mise en œuvre du cycle WLTP dans la législation régionale.

19. Le cycle WLTP offre une meilleure représentativité des conditions réelles de circulation, par comparaison aux cycles d'essai régionaux antérieurs. On peut donc en attendre des avantages du point de vue de la qualité de l'information donnée aux consommateurs sur la consommation de carburant et d'énergie. En outre, le cycle WLTP, du fait qu'il est plus représentatif, agira comme une incitation à la mise en application des technologies de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> qui sont aussi les plus efficaces en conduite réelle. Le rapport coût-efficacité des investissements technologiques en fonction de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en conduite réelle sera donc amélioré par rapport aux cycles d'essai antérieurs.

## II. Texte du Règlement technique mondial

### 1. Objet

Le présent Règlement technique mondial (RTM) a pour objet d'établir une méthode mondiale harmonisée pour déterminer les niveaux d'émissions de polluants gazeux et de particules, d'émissions de CO<sub>2</sub>, de consommation de carburant, de consommation d'énergie électrique et d'autonomie électrique des voitures particulières et utilitaires légers selon une procédure répétable et reproductible conçue pour être représentative des conditions réelles de circulation dans le monde. Les résultats d'essai serviront de base à la réglementation de ces véhicules dans le cadre des procédures d'homologation de type régionales et de certification.

### 2. Domaine d'application

Les prescriptions du présent RTM s'appliquent aux véhicules à moteur des catégories 1-2 et 2, ayant une masse maximale n'excédant pas 3 500 kg, et à tous les véhicules à moteur de la catégorie 1-1.

### 3. Définitions

#### 3.1 Équipement d'essai

3.1.1 Par «*exactitude*», on entend la différence entre une valeur mesurée et une valeur de référence, déterminée conformément à une norme nationale, qui exprime l'exactitude d'un résultat (voir fig. 1).

3.1.2 Par «*étalonnage*», on entend le processus qui consiste à régler la réponse d'un système de mesure de manière telle que ses résultats correspondent à une gamme de signaux de référence. Voir aussi «*vérification*».

3.1.3 Par «*gaz d'étalonnage*», on entend un mélange de gaz utilisé pour étalonner les analyseurs de gaz.

3.1.4 Par «*méthode de double dilution*», on entend le processus consistant à prélever une fraction du flux des gaz d'échappement dilués et à la diluer avec une quantité appropriée d'air de dilution en amont du filtre de collecte des particules.

3.1.5 Par «*méthode de dilution du flux total*», on entend le processus de dilution continue de tout le flux de gaz d'échappement avec de l'air ambiant de manière réglée avec un système de prélèvement à volume constant.

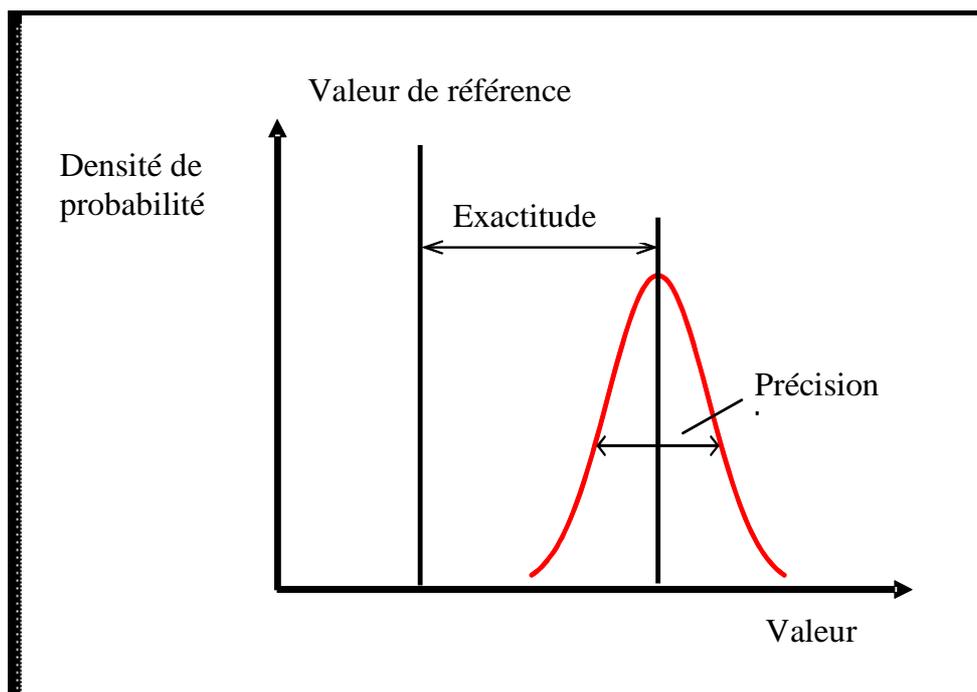
3.1.6 Par «*linéarisation*», on entend l'application d'une gamme de concentrations ou de matériaux en vue d'établir une relation mathématique entre concentration et réponse du système.

3.1.7 Par «*hydrocarbures non méthaniques*» (HCNM), on entend la somme de toutes les espèces d'hydrocarbures (HCT) à l'exclusion du méthane (CH<sub>4</sub>).

3.1.8 Par «*précision*», on entend le degré auquel des mesures répétées dans des conditions inchangées donnent des résultats identiques (voir fig. 1). Dans le présent RTM, les prescriptions de précision correspondent toujours à un écart type.

- 3.1.9 Par «*valeur de référence*», on entend une valeur définie par une norme nationale (voir fig. 1).
- 3.1.10 Par «*point de consigne*», on entend une valeur de consigne qu'un système de réglage est censé maintenir.
- 3.1.11 Par «*calibrage*», on entend le réglage d'un instrument de manière à ce qu'il donne une réponse appropriée à une grandeur d'étalonnage qui représente entre 75 et 100 % de la valeur maximale de la plage de mesure de l'instrument ou de la plage d'utilisation prévue.
- 3.1.12 Par «*gaz de calibrage*», on entend un mélange de gaz purs qui sert à étalonner les analyseurs de gaz.
- 3.1.13 Par «*hydrocarbures totaux*» (HCT), on entend tous les composés volatils mesurables au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme (FID).
- 3.1.14 Par «*vérification*», on entend le fait d'évaluer si les résultats d'un système de mesure concordent ou non avec une série de signaux de référence appliqués dans le cadre d'une ou plusieurs valeurs limites d'acceptation prédéterminées.
- 3.1.15 Par «*gaz de zéro*», on entend un gaz ne contenant aucun gaz visé par l'analyse, utilisé pour régler à zéro la réponse d'un analyseur.

Figure 1

**Définition de l'exactitude, de la précision et de la valeur de référence**

- 3.2 Forces résistantes sur route et réglage du dynamomètre
- 3.2.1 Par «*traînée aérodynamique*», on entend la force qui s'oppose au déplacement vers l'avant d'un véhicule dans l'air.
- 3.2.2 Par «*point de stagnation aérodynamique*», on entend un point situé à la surface d'un véhicule où la vitesse de l'air est égale à zéro.

- 3.2.3 Par «*obstruction de la mesure anémométrique*», on entend l'effet sur la mesure anémométrique de la présence du véhicule, sur lequel la vitesse apparente de l'air est différente de la vitesse de déplacement du véhicule. Cet effet peut être minimisé par l'application d'une procédure d'étalonnage adaptée de l'anémomètre.
- 3.2.4 Par «*analyse contrainte*», on entend le fait que le maître-couple du véhicule et le coefficient de traînée aérodynamique aient été déterminés indépendamment et que ces valeurs soient appliquées dans l'équation de mouvement.
- 3.2.5 Par «*masse en ordre de marche*», on entend la masse d'un véhicule, avec son ou ses réservoirs à carburant remplis à au moins 90 % de leur capacité, y compris la masse du conducteur et des liquides, conformément à la dotation de série selon les spécifications du constructeur et, lorsqu'ils sont montés, la masse de la carrosserie, de la cabine, de l'attelage et de la roue de secours, ainsi que de l'outillage de bord.
- 3.2.6 Par «*masse à vide*», on entend la masse du véhicule en ordre de marche moins la masse du conducteur.
- 3.2.7 Par «*masse du conducteur*», on entend une masse nominale de 75 kg, placée au point de référence de place assise.
- 3.2.8 Par «*masse maximale techniquement admissible en charge*» (PTAC), on entend la masse maximale autorisée du véhicule sur la base de ses caractéristiques de construction et de ses performances d'origine, telle qu'elle est déclarée par le constructeur.
- 3.2.9 Par «*masse de l'équipement optionnel*», on entend la masse de l'équipement qui peut être monté par le constructeur sur le véhicule en plus de l'équipement de série, selon les spécifications du constructeur.
- 3.2.10 Par «*charge utile*», on entend la différence entre la masse maximale techniquement admissible en charge du véhicule et la masse du véhicule en ordre de marche.
- 3.2.11 Par «*conditions atmosphériques de référence (aux fins des mesures de résistance à l'avancement sur route)*», on entend les conditions atmosphériques auxquelles sont rapportés les résultats de ces mesures:
- Pression atmosphérique:  $p_0 = 100$  kPa, sauf autre spécification du règlement;
  - Température atmosphérique:  $T_0 = 293$  K, sauf autre spécification du règlement;
  - Masse volumique de l'air sec:  $\rho_0 = 1,189$  kg/m<sup>3</sup>, sauf autre spécification du règlement;
  - Vitesse du vent: 0 m/s.
- 3.2.12 Par «*vitesse de référence*», on entend la vitesse à laquelle la résistance à l'avancement sur route est déterminée ou la force résistante sur banc à rouleaux est vérifiée. Les vitesses de référence peuvent être des valeurs de vitesse continues couvrant la plage de vitesse complète au cours du cycle d'essai.
- 3.2.13 Par «*résistance à l'avancement sur route*», on entend la résistance s'opposant au déplacement d'un véhicule. Elle correspond à la résistance totale dans le cas de la méthode de la décélération libre ou à la résistance à l'avancement dans le cas de la méthode de mesure du couple résistant.

- 3.2.14 Par «*résistance au roulement*», on entend les forces résistantes dans le train de roulement et dans les pneumatiques s'opposant au déplacement d'un véhicule.
- 3.2.15 Par «*résistance à l'avancement*», on entend le couple s'opposant au déplacement vers l'avant d'un véhicule, mesuré par des capteurs de couple montés dans les roues motrices d'un véhicule.
- 3.2.16 Par «*résistance à l'avancement sur route simulée*», on entend la résistance à l'avancement sur route calculée à partir des résultats des mesures par la méthode de la décélération libre.
- 3.2.17 Par «*plage de vitesse*», on entend la plage de vitesse prise en compte pour la détermination de la résistance à l'avancement sur route, comprise entre la vitesse maximale du cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers (WLTC) pour la classe du véhicule soumis à l'essai et la vitesse minimale choisie par le constructeur, qui ne doit pas être supérieure à 20 km/h.
- 3.2.18 Par «*mesure anémométrique stationnaire*», on entend la mesure de la vitesse et de la direction du vent avec un anémomètre situé à un emplacement et à une hauteur au-dessus du niveau de la piste d'essai où les conditions de mesure les plus représentatives seront obtenues.
- 3.2.19 Par «*équipement de série*», on entend la configuration de base d'un véhicule, doté de toutes les caractéristiques prescrites par les dispositions réglementaires de la Partie contractante, y compris toutes les caractéristiques présentes sur le véhicule ne correspondant pas à des spécifications additionnelles en matière de configuration ou d'équipement.
- 3.2.20 Par «*résistance à l'avancement visée*», on entend la résistance à l'avancement à reproduire sur le banc à rouleaux.
- 3.2.21 Par «*résistance totale à l'avancement*», on entend la résistance totale s'opposant au déplacement du véhicule, y compris les forces de frottement dans le train de roulement.
- 3.2.22 Par «*méthode de la décélération libre*», on entend un mode opératoire permettant une détermination exacte et répétable de la résistance totale et un réglage exact du dynamomètre.
- 3.2.23 Par «*correction de l'effet du vent*», on entend une correction de l'effet du vent sur la résistance à l'avancement sur route sur la base des mesures anémométriques faites par un équipement stationnaire ou embarqué.
- 3.2.24 Par «*équipement optionnel*», on entend toutes les caractéristiques non comprises dans l'équipement de série montées sur le véhicule sous la responsabilité du constructeur sur le véhicule, qui peuvent être commandées par l'acheteur.
- 3.3 Véhicules électriques purs et véhicules électriques hybrides
- 3.3.1 Par «*autonomie en mode électrique pur*», on entend dans le cas d'un véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur (VEH-RE) la distance totale parcourue depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge au cours d'un certain nombre de cycles WLTC complets jusqu'à l'instant où le moteur à combustion commence à consommer du carburant.

- 3.3.2 Par «*autonomie en mode électrique pur*», on entend dans le cas d'un véhicule électrique pur (VEP) la distance totale parcourue depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge au cours d'un certain nombre de cycles WLTC complets jusqu'à l'instant où le critère de déconnexion automatique est atteint.
- 3.3.3 Par «*autonomie réelle en mode épuisement de la charge*» ( $R_{cda}$ ), on entend la distance parcourue au cours d'un certain nombre de cycles en mode épuisement de la charge jusqu'à ce que le système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE) soit déchargé.
- 3.3.4 Par «*autonomie en mode cycle épuisement de la charge*» ( $R_{cdc}$ ), on entend la distance parcourue depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge jusqu'à la fin du dernier cycle précédant le ou les cycles répondant au critère de déconnexion automatique, y compris le cycle de transition où le véhicule peut avoir fonctionné en mode épuisement de la charge ainsi qu'en mode maintien de la charge.
- 3.3.5 Par «*conditions de fonctionnement en mode épuisement de la charge*», on entend des conditions de fonctionnement dans lesquelles l'énergie stockée dans le SRSEE peut fluctuer mais en moyenne diminue pendant que le véhicule roule jusqu'à la transition au mode maintien de la charge.
- 3.3.6 Par «*critère de déconnexion automatique en mode épuisement de la charge*», on entend un critère déterminé sur la base d'une variation énergétique nette absolue.
- 3.3.7 Par «*conditions de fonctionnement en mode maintien de la charge*», on entend des conditions de fonctionnement dans lesquelles l'énergie stockée dans le SRSEE peut fluctuer mais en moyenne est maintenue à un niveau de charge stable pendant que le véhicule roule.
- 3.3.8 Par «*machine électrique (moteur ou générateur)*» (ME), on entend une machine transformant l'énergie électrique en énergie mécanique ou inversement.
- 3.3.9 Par «*véhicule électrique*» (VE), on entend un véhicule utilisant au moins un moteur électrique pour la propulsion du véhicule.
- 3.3.10 Par «*convertisseur d'énergie*», on entend la partie de la chaîne de traction transformant une forme d'énergie en une forme différente.
- 3.3.11 Par «*système de stockage de l'énergie*», on entend la partie de la chaîne de traction à bord d'un véhicule qui peut stocker l'énergie chimique, électrique ou mécanique et qui peut être réapprovisionnée ou rechargée par des moyens externes et/ou internes.
- 3.3.12 Par «*autonomie équivalente en mode électrique pur*» (AEMEP), on entend la portion de l'autonomie réelle totale en mode épuisement de la charge ( $R_{cda}$ ) imputable à l'utilisation de l'électricité provenant du SRSEE au cours de l'essai d'autonomie en mode épuisement de la charge.
- 3.3.13 Par «*mode de consommation maximale de carburant*», on entend le mode causant la plus forte consommation de carburant de tous les modes sélectionnables par le conducteur.
- 3.3.14 Par «*véhicule électrique hybride*» (VEH), on entend un véhicule utilisant au moins un moteur à combustion et un moteur électrique pour la propulsion du véhicule.

- 3.3.15 Par «*véhicule hybride*» (VH), on entend un véhicule dont la chaîne de traction comprend au moins deux types différents de convertisseurs d'énergie et deux types différents de systèmes de stockage de l'énergie.
- 3.3.16 Par «*variation énergétique nette*», on entend la variation d'énergie dans le SRSEE (exprimée en unités d'énergie) divisée par la demande d'énergie par cycle du véhicule soumis à l'essai (exprimée en unités d'énergie identiques).
- 3.3.17 Par «*non rechargeable de l'extérieur*» (NRE), on entend un SRSEE qui ne peut pas être rechargé de l'extérieur.
- 3.3.18 Par «*véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur*» (VEH-NRE), on entend un véhicule électrique hybride qui ne peut pas être rechargé de l'extérieur.
- 3.3.19 Par «*rechargeable de l'extérieur*» (RE), on entend un SRSEE qui peut être rechargé de l'extérieur.
- 3.3.20 Par «*véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur*» (VEH-RE), on entend un véhicule électrique hybride qui peut être rechargé de l'extérieur.
- 3.3.21 Par «*mode électrique pur*», on entend le fonctionnement d'une machine électrique utilisant seulement l'énergie électrique provenant du SRSEE sans qu'aucun carburant soit consommé.
- 3.3.22 Par «*véhicule électrique pur*» (VEP), on entend un véhicule sur lequel tous les convertisseurs d'énergie utilisés pour la propulsion sont des machines électriques et aucun autre convertisseur d'énergie n'est utilisé en tant que générateur fournissant de l'énergie pour la propulsion du véhicule.
- 3.3.23 Par «*énergie de recharge extérieure*» (ERE), on entend l'énergie électrique de recharge prélevée par branchement sur une prise secteur du réseau alternatif.
- 3.3.24 Par «*bilan de charge du SRSEE*» (BCS), on entend le bilan de charge du SRSEE mesuré en Ah.
- 3.3.25 Par «*critère de correction en fonction du bilan de charge du SRSEE*», on entend la valeur du BCS (en Ah) qui détermine si et quand une correction des valeurs d'émissions de CO<sub>2</sub> et/ou de consommation de carburant en mode maintien de la charge (CS) est nécessaire.
- 3.4 Chaîne de traction
- 3.4.1 Par «*transmission semi-automatique*», on entend une transmission sur laquelle le changement de rapports se fait manuellement sans utilisation d'un embrayage.
- 3.4.2 Par «*transmission manuelle*», on entend une transmission sur laquelle le changement de rapports se fait manuellement conjointement à la manœuvre d'un embrayage.
- 3.5 Généralités
- 3.5.1 [Par «*accessoires*», on entend les équipements et/ou dispositifs additionnels non indispensables au fonctionnement du véhicule.]
- 3.5.2 Par «*véhicule de la catégorie 1*», on entend un véhicule à moteur ayant au moins quatre roues, conçu et construit principalement pour le transport d'une ou de plusieurs personnes.
- 3.5.3 Par «*véhicule de la catégorie 1-1*», on entend un véhicule de la catégorie 1 comportant, outre le siège du conducteur, huit places assises au maximum. Un véhicule de la catégorie 1-1 peut transporter des voyageurs debout.

- 3.5.4 Par «*véhicule de la catégorie 1-2*», on entend un véhicule de la catégorie 1 conçu pour transporter, outre le conducteur, plus de huit voyageurs, qu'ils soient assis ou debout.
- 3.5.5 Par «*véhicule de la catégorie 2*», on entend un véhicule à moteur ayant au moins quatre roues, conçu et construit principalement pour le transport de marchandises. Cette catégorie comprend aussi:
- a) Des engins de traction;
  - b) Des châssis conçus spécifiquement pour être aménagés avec un équipement spécial.
- 3.5.6 Par «*demande d'énergie sur le cycle*», on entend l'énergie positive calculée nécessaire au véhicule pour effectuer le cycle prescrit.
- 3.5.7 Par «*dispositif d'invalidation*» tout élément de conception qui prend en compte la température, la vitesse du véhicule, le régime moteur (tours par min), le rapport de transmission, la dépression à l'admission ou d'autres paramètres en vue d'activer, de moduler, de retarder ou de désactiver le fonctionnement d'un élément du système antipollution, avec pour effet de réduire l'efficacité de ce système dans les conditions normalement susceptibles d'être rencontrées dans le fonctionnement et l'usage normaux du véhicule. Un tel élément de conception, toutefois, peut dans certains cas ne pas être considéré comme un dispositif d'invalidation, à savoir:
- a) Si la nécessité de ce dispositif pour protéger le moteur contre des avaries ou accidents et pour assurer la sécurité de fonctionnement du véhicule est démontrée; ou
  - b) Si ce dispositif ne fonctionne pas en dehors des conditions nécessaires pour le démarrage du moteur; ou
  - c) Si les conditions pertinentes sont essentiellement prises en compte dans les procédures d'essai de type 1.
- 3.5.8 Par «*consommation de carburant*», on entend la quantité de carburant consommée au cours d'un essai.
- 3.5.9 Par «*mode*», on entend un régime de fonctionnement distinct sélectionnable par le conducteur pouvant avoir des incidences sur les émissions et la consommation de carburant et d'énergie.
- 3.5.10 Par «*multimode*», on entend un système dans lequel plusieurs modes de fonctionnement peuvent être sélectionnés par le conducteur ou automatiquement.
- 3.5.11 Par «*mode prépondérant*» aux fins du présent RTM, on entend un mode particulier qui est toujours sélectionné quand le véhicule est mis en marche, quel qu'ait été le mode sélectionné quand le véhicule a été pour la dernière fois arrêté. Le mode prépondérant ne doit pas pouvoir être modifié. La commutation depuis le mode prépondérant vers un autre mode disponible après que le véhicule a été mis en marche ne doit être possible que par une manœuvre délibérée du conducteur, qui ne doit avoir aucune incidence sur une autre fonction quelconque du véhicule.
- 3.5.12 Par «*conditions de référence (aux fins du calcul des émissions massiques)*», on entend les conditions sur la base desquelles les masses volumiques de gaz sont déterminées, à savoir 101,325 kPa et 273,15 K.

- 3.5.13 Par «*émissions d'échappement*», on entend les émissions de composés gazeux et de matières particulaires en sortie d'échappement d'un véhicule.
- 3.5.14 Par «*essai de type I*», on entend un essai effectué pour mesurer les émissions gazeuses et de particules d'un véhicule lors du démarrage à froid, les émissions de CO<sub>2</sub>, la consommation de carburant et d'énergie électrique et l'autonomie électrique aux conditions ambiantes.
- 3.6 MP/NP
- 3.6.1 Par «*nombre de particules*» (NP), on entend le nombre total de particules solides émises à l'échappement du véhicule, déterminé comme spécifié dans le présent RTM.
- 3.6.2 Par «*matières particulaires*» (MP), on entend toute matière collectée sur les supports filtrants à partir des gaz d'échappement dilués, comme spécifié dans le présent RTM.
- 3.7 WLTC
- 3.7.1 Par «*puissance nominale du moteur*» ( $P_{\text{rated}}$ ), on entend la puissance maximale du moteur en kW, déterminée dans le cadre de la procédure d'homologation conformément au règlement régional en vigueur. En l'absence de définition, la puissance nominale du moteur sera celle déclarée par le constructeur conformément au Règlement n° 85.
- 3.7.2 Par «*vitesse maximale*» ( $v_{\text{max}}$ ), on entend la vitesse maximale d'un véhicule comme définie par la Partie contractante. En l'absence de définition, la vitesse maximale sera celle déclarée par le constructeur conformément au Règlement n° 68.
- 3.7.3 Par «*régime moteur nominal*», on entend le régime auquel le moteur développe sa puissance maximale.
- 3.7.4 Par «*cycle urbain WLTC*», on entend une phase basse suivie par une phase moyenne.
- 3.8 Procédure
- 3.8.1 Par «*système à régénération discontinue*», on entend un dispositif antipollution aval (catalyseur, filtre à particules, par exemple) nécessitant un processus de régénération à intervalles de moins de 4 000 km d'utilisation normale de véhicule.

## 4. Abréviations

### 4.1 Abréviations générales

CFV	Venturi-tuyère en régime critique
DCL	Détecteur par chimiluminescence
CVS	Prélèvement à volume constant
DeNO <sub>x</sub>	Système de traitement aval des NO <sub>x</sub>
ECD	Détecteur à capture d'électrons
ET	Tube d'évaporation
Extra High <sub>2</sub>	Phase extra haute du WLTC pour les véhicules de la classe 2
Extra High <sub>3</sub>	Phase extra haute du WLTC pour les véhicules de la classe 3

FID	Détecteur à ionisation de flamme
FTIR	Analyseur infrarouge à transformée de Fourier
CG	Chromatographie en phase gazeuse
THE	Filtre à très haute efficacité (à particules)
HFID	Détecteur à ionisation de flamme chauffé
High <sub>2</sub>	Phase haute du WLTC pour les véhicules de la classe 2
High <sub>3-1</sub>	Phase haute du WLTC pour les véhicules de la classe 3 avec $v_{\max} < 120$ km/h
High <sub>3-2</sub>	Phase haute du WLTC pour les véhicules de la classe 3 avec $v_{\max} \geq 120$ km/h
LoD	Limite de détection
LoQ	Limite de quantification
Low <sub>1</sub>	Phase basse du WLTC pour les véhicules de la classe 1
Low <sub>2</sub>	Phase basse du WLTC pour les véhicules de la classe 2
Low <sub>3</sub>	Phase basse du WLTC pour les véhicules de la classe 3
Medium <sub>1</sub>	Phase moyenne du WLTC pour les véhicules de la classe 1
Medium <sub>2</sub>	Phase moyenne du WLTC pour les véhicules de la classe 2
Medium <sub>3-1</sub>	Phase moyenne du WLTC pour les véhicules de la classe 3 avec $v_{\max} < 120$ km/h
Medium <sub>3-2</sub>	Phase moyenne du WLTC pour les véhicules de la classe 3 avec $v_{\max} \geq 120$ km/h
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
NDIR	Analyseur de gaz dans l'infrarouge non dispersif
NMC	Convertisseur de HCNM
VEH-NRE	Véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur
PAO	Poly-alpha-oléfine
PCF	Séparateur primaire
PDP	Pompe volumétrique
% FS	Pourcentage de l'échelle totale
PM	Matières particulaires
PN	Nombre de particules
PNC	Compteur du nombre de particules
PND <sub>1</sub>	Premier étage de dilution de la concentration en nombre de particules
PND <sub>2</sub>	Deuxième étage de dilution de la concentration en nombre de particules
PTS	Système de transfert des particules
PTT	Tube de transfert des particules

QCL-IR	Laser à cascade quantique
R <sub>eda</sub>	Autonomie réelle en mode épuisement de la charge
SRSEE	Système rechargeable de stockage de l'énergie électrique
SSV	Venturi subsonique
USFM	Débitmètre ultrasonique
VPR	Séparateur de particules volatiles
WLTC	Cycle d'essai mondial harmonisé pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers

#### 4.2 Symboles et abréviations des composants chimiques

C <sub>1</sub>	Hydrocarbures en équivalent carbone 1
CH <sub>4</sub>	Méthane
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Éthane
HCHO	Formaldéhyde
CH <sub>3</sub> CHO	Acétaldéhyde
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Éthanol
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propane
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
DOP	Di-octylphthalate
HCT	Hydrocarbures totaux (tous composés mesurables avec un FID)
NMNEOG	Gaz organiques à l'exclusion du méthane et de l'éthanol
H <sub>2</sub> O	Eau
HCNM	Hydrocarbures non méthaniques
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote
NO	Oxyde nitrique
NO <sub>2</sub>	Dioxyde d'azote
N <sub>2</sub> O	Oxyde nitreux

## 5. Prescriptions générales

5.1 Le véhicule et les éléments susceptibles d'influer sur les émissions de composés gazeux et de matières particulaires doivent être conçus, construits et montés de telle façon que dans des conditions normales d'utilisation telles que l'exposition aux effets tels qu'humidité, pluie, chaleur, froid, sable, poussière, vibrations, usure, etc., auxquels ils peuvent être soumis, le véhicule puisse continuer à satisfaire aux prescriptions du présent Règlement pendant sa durée de vie utile.

- 5.1.1 Cette condition doit s'appliquer aussi à l'intégrité de tous les tuyaux flexibles, ainsi que de leurs joints et raccords utilisés sur les systèmes antipollution.
- 5.2 Le véhicule d'essai doit être représentatif, du point de vue de ses composants relatifs à la réduction des émissions et des fonctions assurées des véhicules de la série de production à laquelle s'applique l'homologation. Le constructeur et l'autorité responsable conviendront du choix du modèle de véhicule à essayer comme étant représentatif.
- 5.3 Conditions d'essai du véhicule
- 5.3.1 Les types et quantités de lubrifiant et de liquide de refroidissement pour les essais de mesure des émissions doivent être ceux spécifiés pour le fonctionnement normal du véhicule par le constructeur.
- 5.3.2 Le type de carburant pour les essais de mesure des émissions doit être comme spécifié à l'annexe 3 au présent RTM.
- 5.3.3 Tous les systèmes antipollution doivent être en état de marche.
- 5.3.4 L'utilisation de tout dispositif d'invalidation est interdite.
- 5.3.5 Le moteur doit être conçu de façon à ce qu'il n'y ait pas d'émissions de gaz de carter.
- 5.3.6 Les pneumatiques utilisés pour les essais de mesure des émissions doivent être comme spécifié au paragraphe 1.2.4.5 de l'annexe 6 du présent RTM.
- 5.4 Orifice de remplissage du réservoir à essence
- 5.4.1 Sous réserve des dispositions du paragraphe 5.4.2 ci-dessous, l'orifice de remplissage du réservoir d'essence ou d'éthanol est conçu de manière à empêcher le remplissage avec un pistolet distributeur de carburant dont l'embout a un diamètre extérieur égal ou supérieur à 23,6 mm.
- 5.4.2 Les dispositions du paragraphe 5.4.1 ne s'appliquent pas à un véhicule pour lequel les deux conditions suivantes sont remplies, à savoir:
- a) Si le véhicule est conçu et construit de telle façon qu'aucun dispositif de réduction des émissions de composés gazeux et particulaires ne soit détérioré par l'utilisation de carburant avec plomb;
  - b) Et s'il est apposé sur le véhicule, dans une position immédiatement visible pour une personne remplissant le réservoir de carburant, de manière nettement lisible et indélébile, le symbole pour l'essence sans plomb tel que spécifié dans la norme ISO 2575:2010. Des marquages complémentaires sont permis.
- 5.5 Dispositions relatives à la sûreté du système électronique
- 5.5.1 Tout véhicule équipé d'un calculateur de commande des systèmes antipollution doit comporter des fonctions empêchant toute modification, sauf avec l'autorisation du constructeur. Le constructeur doit autoriser de telles modifications uniquement lorsque ces dernières sont nécessaires pour le diagnostic, l'entretien, l'inspection, la mise en conformité ou la réparation du véhicule. Tous les codes ou paramètres d'exploitation reprogrammables doivent être protégés contre les interventions non autorisées et offrir un niveau de protection au moins égal aux dispositions de la norme ISO 15031-7 (15 mars 2001). Toutes les puces mémoire amovibles doivent être moulées,

encastrées dans un boîtier scellé ou protégées par des algorithmes, et ne doivent pas pouvoir être remplacées sans outils et procédures spéciaux.

- 5.5.2 Les paramètres de fonctionnement du moteur codés informatiquement ne peuvent être modifiés sans l'aide d'outils et de procédures spéciaux par exemple, les composants du calculateur doivent être soudés ou moulés, ou l'enceinte doit être scellée (ou soudée).
- 5.5.3 Les constructeurs peuvent demander à l'autorité délivrant l'homologation d'être exemptés d'une de ces obligations pour les véhicules sur lesquels une telle protection ne semble pas nécessaire. Les critères que l'autorité évaluera pour prendre une décision sur l'exemption incluront notamment, mais non exclusivement, la disponibilité de microprocesseurs augmentant les performances, le potentiel de hautes performances du véhicule et son volume de vente probable.
- 5.5.4 Les constructeurs qui utilisent des systèmes à calculateurs programmables doivent rendre impossible une reprogrammation illicite. Ils devront appliquer des stratégies renforcées de prévention des manipulations et des fonctions de protection de l'écriture rendant indispensable l'accès électronique à un ordinateur hors site géré par le constructeur. Les autorités autoriseront les méthodes offrant un niveau de protection adéquat contre les manipulations.
- 5.6 Famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>
- 5.6.1 Seuls des véhicules identiques en ce qui concerne les caractéristiques suivantes relatives au véhicule/à la chaîne de traction/et à la transmission sont considérés comme appartenant à la même famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>:
- a) Type de moteur à combustion interne: type de carburant, mode de combustion, cylindrée, caractéristiques à pleine charge, technologie moteur et système de suralimentation; ceux-ci doivent être identiques, ainsi que d'autres sous-systèmes moteurs ou caractéristiques ayant une incidence non négligeable sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans les conditions du cycle WLTP;
  - b) Stratégie de fonctionnement de tous les composants influant sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans la chaîne de traction;
  - c) Type de transmission (rapports de démultiplication, embrayage);
  - d) Une démultiplication régime/vitesse (régime moteur divisé par vitesse du véhicule) ne différant pas de plus de 8 %;
  - e) Nombre d'essieux moteur;
  - f) [Réservé pour les critères d'appartenance à la famille pour les VE].

## 6. Prescriptions concernant les résultats des essais

### 6.1 Valeurs limites

Lors de la mise en œuvre de la procédure d'essai définie dans le présent RTM dans le cadre de leur législation ou réglementation nationale, les Parties contractantes sont invitées à appliquer des valeurs limites au moins aussi rigoureuses que celles de leur réglementation actuelle, en attendant l'établissement de valeurs limites harmonisées par le Comité exécutif (AC.3) de l'Accord de 1998.

[6.2 Essais

Les essais doivent être exécutés conformément:

- a) Aux cycles WLTC comme spécifié à l'annexe 1;
- b) Aux modalités de sélection des rapports et de points de changement des rapports comme spécifié à l'annexe 2;
- c) Au carburant approprié comme spécifié à l'annexe 3;
- d) À la résistance à l'avancement sur route et sur dynamomètre comme spécifié à l'annexe 4;
- e) À l'équipement d'essai comme spécifié à l'annexe 5;
- f) Aux procédures d'essai comme spécifié aux annexes 6 et 8;
- g) Aux méthodes de calcul comme spécifié aux annexes 7 et 8.]

## Annexe 1

### Cycles d'essai WLTC

1. Prescriptions générales
  - 1.1 Le cycle d'essai à appliquer dépend du rapport puissance nominale/masse à vide du véhicule d'essai, W/kg, et de sa vitesse maximale,  $v_{\max}$ .
  - 1.2 La masse à vide est définie à la section 3 (définitions).
  - 1.3  $v_{\max}$  est la vitesse maximale du véhicule en km/h telle que déclarée par le constructeur conformément au Règlement n° 68, et non une vitesse pouvant être artificiellement limitée.
2. Classes de véhicules
  - 2.1 Les véhicules de la classe 1 ont un rapport puissance/masse à vide ( $P_{\text{mr}}$ ) inférieur ou égal à 22 W/kg.
  - 2.2 Les véhicules de la classe 2 ont un rapport puissance/masse à vide supérieur à 22 mais inférieur ou égal à 34 W/kg.
  - 2.3 Les véhicules de la classe 3 ont un rapport puissance/masse à vide supérieur à 34 W/kg.
    - 2.3.1 Tous les véhicules soumis à essai conformément aux dispositions de l'annexe 8 sont considérés comme des véhicules de la classe 3.
3. Cycles d'essai
  - 3.1 Véhicules de la classe 1
    - 3.1.1 Pour les véhicules de la classe 1, un cycle d'essai complet comprend une phase à basse vitesse ( $\text{Low}_1$ ), une phase à vitesse moyenne ( $\text{Medium}_1$ ) et une phase à basse vitesse additionnelle ( $\text{Low}_1$ ).
    - 3.1.2 La phase  $\text{Low}_1$  est décrite à la figure A1/1 et au tableau A1/1.
    - 3.1.3 La phase  $\text{Medium}_1$  est décrite à la figure A1/2 et au tableau A1/2.
  - 3.2 Véhicules de la classe 2
    - 3.2.1 Pour les véhicules de la classe 2, un cycle d'essai complet comprend une phase à basse vitesse ( $\text{Low}_2$ ), une phase à vitesse moyenne ( $\text{Medium}_2$ ), une phase à haute vitesse ( $\text{High}_2$ ) et une phase à extra haute vitesse ( $\text{Extra High}_2$ ).
    - 3.2.2 La phase  $\text{Low}_2$  est décrite à la figure A1/3 et au tableau A1/3.
    - 3.2.3 La phase  $\text{Medium}_2$  est décrite à la figure A1/4 et au tableau A1/4.
    - 3.2.4 La phase  $\text{High}_2$  est décrite à la figure A1/5 et au tableau A1/5.
    - 3.2.5 La phase  $\text{Extra High}_2$  est décrite à la figure A1/6 et au tableau A1/6.
    - 3.2.6 Il est loisible à la Partie contractante d'ignorer la phase  $\text{Extra High}_2$ .
  - 3.3 Véhicules de la classe 3
 

Les véhicules de la classe 3 sont répartis dans deux sous-classes en fonction de leur vitesse maximale,  $v_{\max}$ .

- 3.3.1 Véhicules de la classe 3a, pour lesquels  $v_{\max} < 120$  km/h
- 3.3.1.1 Un cycle d'essai complet comprend une phase à basse vitesse ( $Low_3$ ), une phase à vitesse moyenne ( $Medium_{3-1}$ ), une phase à haute vitesse ( $High_{3-1}$ ) et une phase à extra haute vitesse ( $Extra High_3$ ).
- 3.3.1.2 La phase  $Low_3$  est décrite à la figure A1/7 et au tableau A1/7.
- 3.3.1.3 La phase  $Medium_{3-1}$  est décrite à la figure A1/8 et au tableau A1/8.
- 3.3.1.4 La phase  $High_{3-1}$  est décrite à la figure A1/10 et au tableau A1/10.
- 3.3.1.5 La phase  $Extra High_3$  est décrite à la figure A1/12 et au tableau A1/12.
- 3.3.1.6 Il est loisible à la Partie contractante d'ignorer la phase  $Extra High_3$ .
- 3.3.2 Véhicules de la classe 3b, pour lesquels  $v_{\max} \geq 120$  km/h
- 3.3.2.1 Un cycle d'essai complet comprend une phase à basse vitesse ( $Low_3$ ), une phase à vitesse moyenne ( $Medium_{3-2}$ ), une phase à haute vitesse ( $High_{3-2}$ ) et une phase à extra haute vitesse ( $Extra High_3$ ).
- 3.3.2.2 La phase  $Low_3$  est décrite à la figure A1/7 et au tableau A1/7.
- 3.3.2.3 La phase  $Medium_{3-2}$  est décrite à la figure A1/9 et au tableau A1/9.
- 3.3.2.4 La phase  $High_{3-2}$  est décrite à la figure A1/11 et au tableau A1/11.
- 3.3.2.5 La phase  $Extra High_3$  est décrite à la figure A1/12 et au tableau A1/12.
- 3.3.2.6 Il est loisible à la Partie contractante d'ignorer la phase  $Extra High_3$ .
- 3.4 Durée de toutes les phases
- 3.4.1 Toutes les phases à basse vitesse durent 589 s.
- 3.4.2 Toutes les phases à vitesse moyenne durent 433 s.
- 3.4.3 Toutes les phases à haute vitesse durent 455 s.
- 3.4.4 Toutes les phases à extra haute vitesse durent 323 s.
- 3.5 Cycle WLTC urbain
- Les véhicules électriques hybrides rechargeables de l'extérieur (VEH-RE) et les véhicules électriques purs (VEP) des classes 3a et 3b doivent être soumis aux cycles d'essai WLTC et WLTC urbain (voir l'annexe 8).
- Le cycle WLTC urbain comporte uniquement les phases à basse vitesse et à moyenne vitesse.

## 4. Cycle WLTC pour les véhicules de la classe 1

Figure A1/1

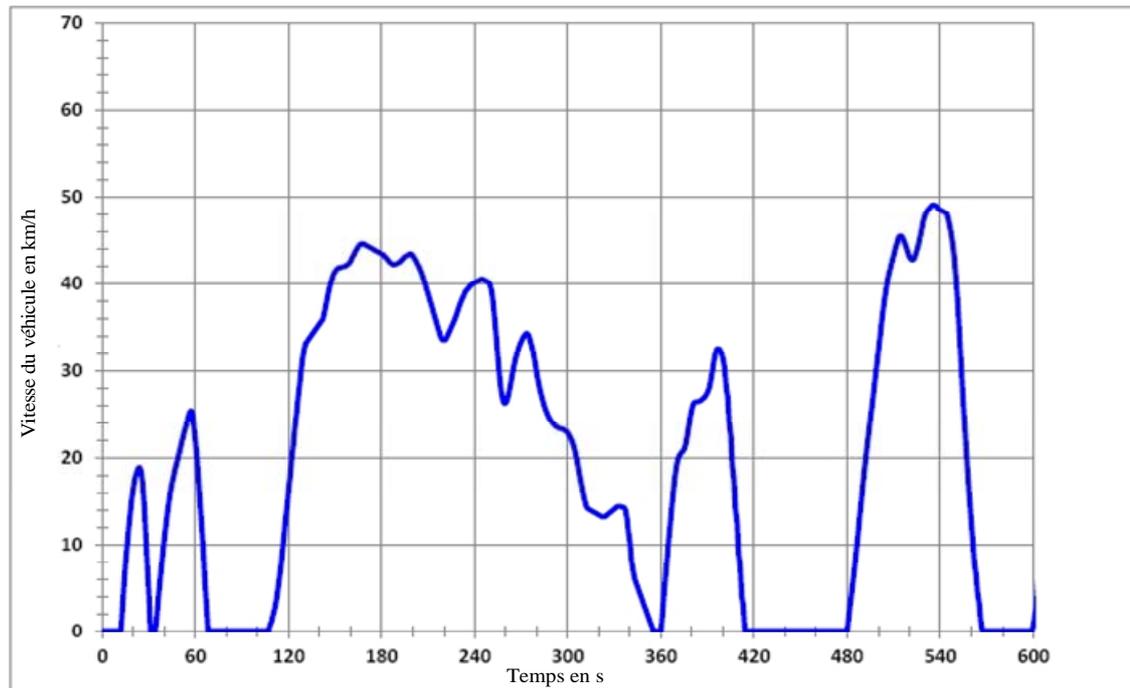
Cycle WLTC, véhicules de la classe 1, phase Low<sub>1</sub>

Figure A1/2

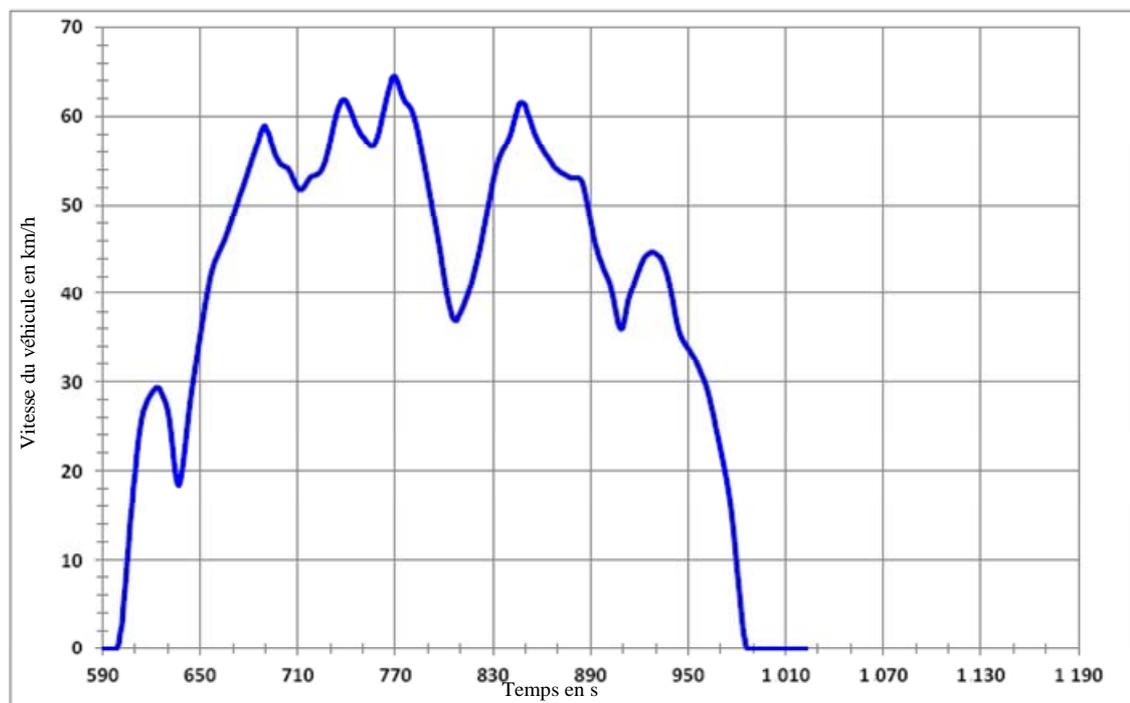
Cycle WLTC, véhicules de la classe 1, phase Medium<sub>1</sub>

Tableau A1/1  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 1, phase Low<sub>1</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
0	0	47	18,8	94	0	141	35,7
1	0	48	19,5	95	0	142	35,9
2	0	49	20,2	96	0	143	36,6
3	0	50	20,9	97	0	144	37,5
4	0	51	21,7	98	0	145	38,4
5	0	52	22,4	99	0	146	39,3
6	0	53	23,1	100	0	147	40
7	0	54	23,7	101	0	148	40,6
8	0	55	24,4	102	0	149	41,1
9	0	56	25,1	103	0	150	41,4
10	0	57	25,4	104	0	151	41,6
11	0	58	25,2	105	0	152	41,8
12	0,2	59	23,4	106	0	153	41,8
13	3,1	60	21,8	107	0	154	41,9
14	5,7	61	19,7	108	0,7	155	41,9
15	8	62	17,3	109	1,1	156	42
16	10,1	63	14,7	110	1,9	157	42
17	12	64	12	111	2,5	158	42,2
18	13,8	65	9,4	112	3,5	159	42,3
19	15,4	66	5,6	113	4,7	160	42,6
20	16,7	67	3,1	114	6,1	161	43
21	17,7	68	0	115	7,5	162	43,3
22	18,3	69	0	116	9,4	163	43,7
23	18,8	70	0	117	11	164	44
24	18,9	71	0	118	12,9	165	44,3
25	18,4	72	0	119	14,5	166	44,5
26	16,9	73	0	120	16,4	167	44,6
27	14,3	74	0	121	18	168	44,6
28	10,8	75	0	122	20	169	44,5
29	7,1	76	0	123	21,5	170	44,4
30	4	77	0	124	23,5	171	44,3
31	0	78	0	125	25	172	44,2
32	0	79	0	126	26,8	173	44,1
33	0	80	0	127	28,2	174	44
34	0	81	0	128	30	175	43,9
35	1,5	82	0	129	31,4	176	43,8
36	3,8	83	0	130	32,5	177	43,7
37	5,6	84	0	131	33,2	178	43,6
38	7,5	85	0	132	33,4	179	43,5
39	9,2	86	0	133	33,7	180	43,4
40	10,8	87	0	134	33,9	181	43,3
41	12,4	88	0	135	34,2	182	43,1
42	13,8	89	0	136	34,4	183	42,9
43	15,2	90	0	137	34,7	184	42,7
44	16,3	91	0	138	34,9	185	42,5
45	17,3	92	0	139	35,2	186	42,3
46	18	93	0	140	35,4	187	42,2

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
188	42,2	237	39,7	286	25,3	335	14,3
189	42,2	238	39,9	287	24,9	336	14,3
190	42,3	239	40	288	24,5	337	14
191	42,4	240	40,1	289	24,2	338	13
192	42,5	241	40,2	290	24	339	11,4
193	42,7	242	40,3	291	23,8	340	10,2
194	42,9	243	40,4	292	23,6	341	8
195	43,1	244	40,5	293	23,5	342	7
196	43,2	245	40,5	294	23,4	343	6
197	43,3	246	40,4	295	23,3	344	5,5
198	43,4	247	40,3	296	23,3	345	5
199	43,4	248	40,2	297	23,2	346	4,5
200	43,2	249	40,1	298	23,1	347	4
201	42,9	250	39,7	299	23	348	3,5
202	42,6	251	38,8	300	22,8	349	3
203	42,2	252	37,4	301	22,5	350	2,5
204	41,9	253	35,6	302	22,1	351	2
205	41,5	254	33,4	303	21,7	352	1,5
206	41	255	31,2	304	21,1	353	1
207	40,5	256	29,1	305	20,4	354	0,5
208	39,9	257	27,6	306	19,5	355	0
209	39,3	258	26,6	307	18,5	356	0
210	38,7	259	26,2	308	17,6	357	0
211	38,1	260	26,3	309	16,6	358	0
212	37,5	261	26,7	310	15,7	359	0
213	36,9	262	27,5	311	14,9	360	0
214	36,3	263	28,4	312	14,3	361	2,2
215	35,7	264	29,4	313	14,1	362	4,5
216	35,1	265	30,4	314	14	363	6,6
217	34,5	266	31,2	315	13,9	364	8,6
218	33,9	267	31,9	316	13,8	365	10,6
219	33,6	268	32,5	317	13,7	366	12,5
220	33,5	269	33	318	13,6	367	14,4
221	33,6	270	33,4	319	13,5	368	16,3
222	33,9	271	33,8	320	13,4	369	17,9
223	34,3	272	34,1	321	13,3	370	19,1
224	34,7	273	34,3	322	13,2	371	19,9
225	35,1	274	34,3	323	13,2	372	20,3
226	35,5	275	33,9	324	13,2	373	20,5
227	35,9	276	33,3	325	13,4	374	20,7
228	36,4	277	32,6	326	13,5	375	21
229	36,9	278	31,8	327	13,7	376	21,6
230	37,4	279	30,7	328	13,8	377	22,6
231	37,9	280	29,6	329	14	378	23,7
232	38,3	281	28,6	330	14,1	379	24,8
233	38,7	282	27,8	331	14,3	380	25,7
234	39,1	283	27	332	14,4	381	26,2
235	39,3	284	26,4	333	14,4	382	26,4
236	39,5	285	25,8	334	14,4	383	26,4

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
384	26,4	433	0	482	3,1	531	48,2
385	26,5	434	0	483	4,6	532	48,5
386	26,6	435	0	484	6,1	533	48,7
387	26,8	436	0	485	7,8	534	48,9
388	26,9	437	0	486	9,5	535	49,1
389	27,2	438	0	487	11,3	536	49,1
390	27,5	439	0	488	13,2	537	49
391	28	440	0	489	15	538	48,8
392	28,8	441	0	490	16,8	539	48,6
393	29,9	442	0	491	18,4	540	48,5
394	31	443	0	492	20,1	541	48,4
395	31,9	444	0	493	21,6	542	48,3
396	32,5	445	0	494	23,1	543	48,2
397	32,6	446	0	495	24,6	544	48,1
398	32,4	447	0	496	26	545	47,5
399	32	448	0	497	27,5	546	46,7
400	31,3	449	0	498	29	547	45,7
401	30,3	450	0	499	30,6	548	44,6
402	28	451	0	500	32,1	549	42,9
403	27	452	0	501	33,7	550	40,8
404	24	453	0	502	35,3	551	38,2
405	22,5	454	0	503	36,8	552	35,3
406	19	455	0	504	38,1	553	31,8
407	17,5	456	0	505	39,3	554	28,7
408	14	457	0	506	40,4	555	25,8
409	12,5	458	0	507	41,2	556	22,9
410	9	459	0	508	41,9	557	20,2
411	7,5	460	0	509	42,6	558	17,3
412	4	461	0	510	43,3	559	15
413	2,9	462	0	511	44	560	12,3
414	0	463	0	512	44,6	561	10,3
415	0	464	0	513	45,3	562	7,8
416	0	465	0	514	45,5	563	6,5
417	0	466	0	515	45,5	564	4,4
418	0	467	0	516	45,2	565	3,2
419	0	468	0	517	44,7	566	1,2
420	0	469	0	518	44,2	567	0
421	0	470	0	519	43,6	568	0
422	0	471	0	520	43,1	569	0
423	0	472	0	521	42,8	570	0
424	0	473	0	522	42,7	571	0
425	0	474	0	523	42,8	572	0
426	0	475	0	524	43,3	573	0
427	0	476	0	525	43,9	574	0
428	0	477	0	526	44,6	575	0
429	0	478	0	527	45,4	576	0
430	0	479	0	528	46,3	577	0
431	0	480	0	529	47,2	578	0
432	0	481	1,6	530	47,8	579	0

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
580	0						
581	0						
582	0						
583	0						
584	0						
585	0						
586	0						
587	0						
588	0						
589	0						

---

Tableau A1/2  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 1, phase Medium<sub>1</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
590	0	637	18,4	684	56,2	731	57,9
591	0	638	19	685	56,7	732	58,8
592	0	639	20,1	686	57,3	733	59,6
593	0	640	21,5	687	57,9	734	60,3
594	0	641	23,1	688	58,4	735	60,9
595	0	642	24,9	689	58,8	736	61,3
596	0	643	26,4	690	58,9	737	61,7
597	0	644	27,9	691	58,4	738	61,8
598	0	645	29,2	692	58,1	739	61,8
599	0	646	30,4	693	57,6	740	61,6
600	0,6	647	31,6	694	56,9	741	61,2
601	1,9	648	32,8	695	56,3	742	60,8
602	2,7	649	34	696	55,7	743	60,4
603	5,2	650	35,1	697	55,3	744	59,9
604	7	651	36,3	698	55	745	59,4
605	9,6	652	37,4	699	54,7	746	58,9
606	11,4	653	38,6	700	54,5	747	58,6
607	14,1	654	39,6	701	54,4	748	58,2
608	15,8	655	40,6	702	54,3	749	57,9
609	18,2	656	41,6	703	54,2	750	57,7
610	19,7	657	42,4	704	54,1	751	57,5
611	21,8	658	43	705	53,8	752	57,2
612	23,2	659	43,6	706	53,5	753	57
613	24,7	660	44	707	53	754	56,8
614	25,8	661	44,4	708	52,6	755	56,6
615	26,7	662	44,8	709	52,2	756	56,6
616	27,2	663	45,2	710	51,9	757	56,7
617	27,7	664	45,6	711	51,7	758	57,1
618	28,1	665	46	712	51,7	759	57,6
619	28,4	666	46,5	713	51,8	760	58,2
620	28,7	667	47	714	52	761	59
621	29	668	47,5	715	52,3	762	59,8
622	29,2	669	48	716	52,6	763	60,6
623	29,4	670	48,6	717	52,9	764	61,4
624	29,4	671	49,1	718	53,1	765	62,2
625	29,3	672	49,7	719	53,2	766	62,9
626	28,9	673	50,2	720	53,3	767	63,5
627	28,5	674	50,8	721	53,3	768	64,2
628	28,1	675	51,3	722	53,4	769	64,4
629	27,6	676	51,8	723	53,5	770	64,4
630	26,9	677	52,3	724	53,7	771	64
631	26	678	52,9	725	54	772	63,5
632	24,6	679	53,4	726	54,4	773	62,9
633	22,8	680	54	727	54,9	774	62,4
634	21	681	54,5	728	55,6	775	62
635	19,5	682	55,1	729	56,3	776	61,6
636	18,6	683	55,6	730	57,1	777	61,4

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
778	61,2	827	49,7	876	53,2	925	44,4
779	61	828	50,6	877	53,1	926	44,5
780	60,7	829	51,6	878	53	927	44,6
781	60,2	830	52,5	879	53	928	44,7
782	59,6	831	53,3	880	53	929	44,6
783	58,9	832	54,1	881	53	930	44,5
784	58,1	833	54,7	882	53	931	44,4
785	57,2	834	55,3	883	53	932	44,2
786	56,3	835	55,7	884	52,8	933	44,1
787	55,3	836	56,1	885	52,5	934	43,7
788	54,4	837	56,4	886	51,9	935	43,3
789	53,4	838	56,7	887	51,1	936	42,8
790	52,4	839	57,1	888	50,2	937	42,3
791	51,4	840	57,5	889	49,2	938	41,6
792	50,4	841	58	890	48,2	939	40,7
793	49,4	842	58,7	891	47,3	940	39,8
794	48,5	843	59,3	892	46,4	941	38,8
795	47,5	844	60	893	45,6	942	37,8
796	46,5	845	60,6	894	45	943	36,9
797	45,4	846	61,3	895	44,3	944	36,1
798	44,3	847	61,5	896	43,8	945	35,5
799	43,1	848	61,5	897	43,3	946	35
800	42	849	61,4	898	42,8	947	34,7
801	40,8	850	61,2	899	42,4	948	34,4
802	39,7	851	60,5	900	42	949	34,1
803	38,8	852	60	901	41,6	950	33,9
804	38,1	853	59,5	902	41,1	951	33,6
805	37,4	854	58,9	903	40,3	952	33,3
806	37,1	855	58,4	904	39,5	953	33
807	36,9	856	57,9	905	38,6	954	32,7
808	37	857	57,5	906	37,7	955	32,3
809	37,5	858	57,1	907	36,7	956	31,9
810	37,8	859	56,7	908	36,2	957	31,5
811	38,2	860	56,4	909	36	958	31
812	38,6	861	56,1	910	36,2	959	30,6
813	39,1	862	55,8	911	37	960	30,2
814	39,6	863	55,5	912	38	961	29,7
815	40,1	864	55,3	913	39	962	29,1
816	40,7	865	55	914	39,7	963	28,4
817	41,3	866	54,7	915	40,2	964	27,6
818	41,9	867	54,4	916	40,7	965	26,8
819	42,7	868	54,2	917	41,2	966	26
820	43,4	869	54	918	41,7	967	25,1
821	44,2	870	53,9	919	42,2	968	24,2
822	45	871	53,7	920	42,7	969	23,3
823	45,9	872	53,6	921	43,2	970	22,4
824	46,8	873	53,5	922	43,6	971	21,5
825	47,7	874	53,4	923	44	972	20,6
826	48,7	875	53,3	924	44,2	973	19,7

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
974	18,8						
975	17,7						
976	16,4						
977	14,9						
978	13,2						
979	11,3						
980	9,4						
981	7,5						
982	5,6						
983	3,7						
984	1,9						
985	1						
986	0						
987	0						
988	0						
989	0						
990	0						
991	0						
992	0						
993	0						
994	0						
995	0						
996	0						
997	0						
998	0						
999	0						
1 000	0						
1 001	0						
1 002	0						
1 003	0						
1 004	0						
1 005	0						
1 006	0						
1 007	0						
1 008	0						
1 009	0						
1 010	0						
1 011	0						
1 012	0						
1 013	0						
1 014	0						
1 015	0						
1 016	0						
1 017	0						
1 018	0						
1 019	0						
1 020	0						
1 021	0						
1 022	0						

---

## 5. Cycle WLTC pour les véhicules de la classe 2

Figure A1/3

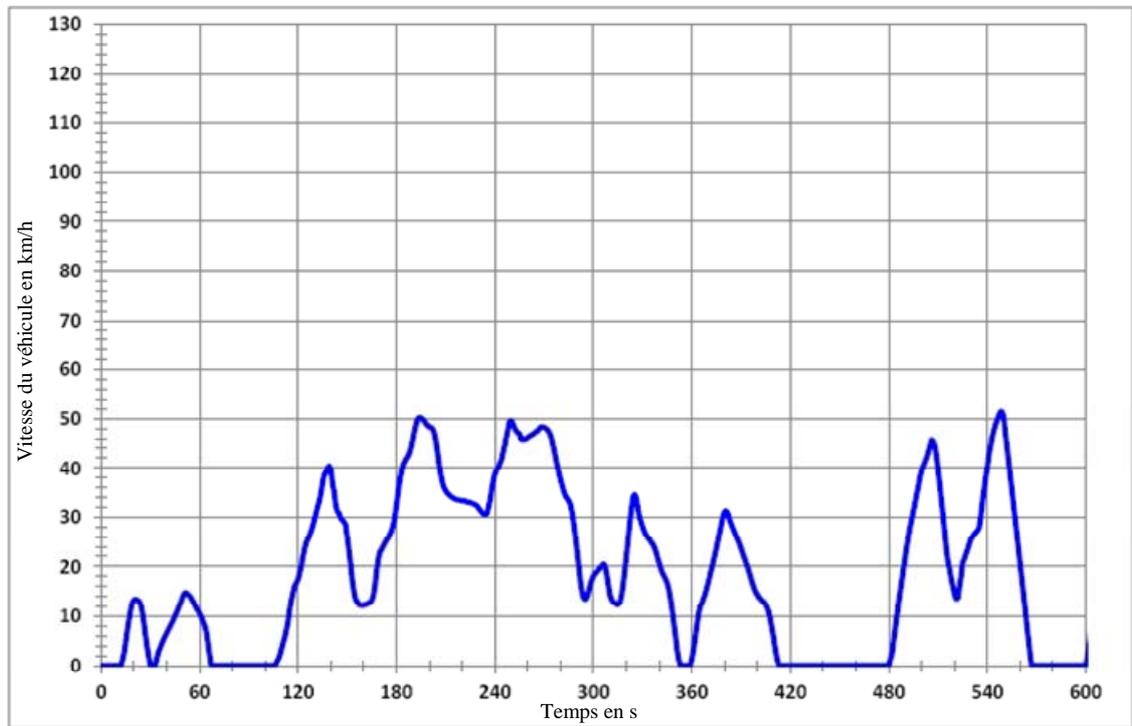
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Low<sub>2</sub>

Figure A1/4

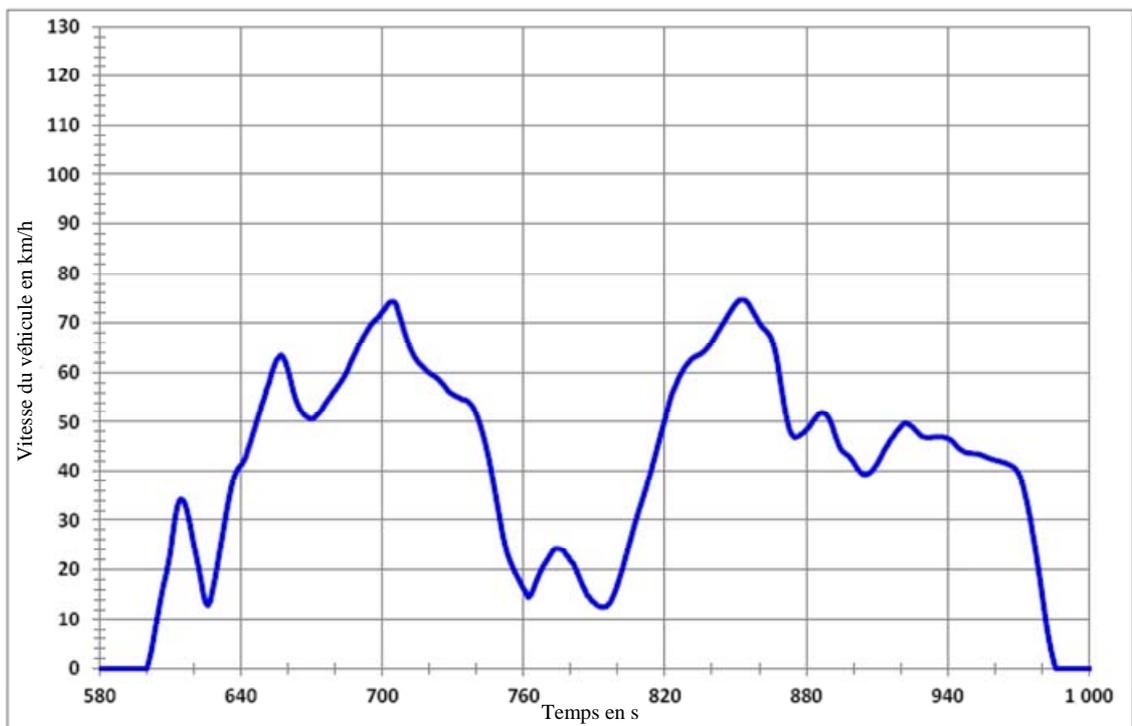
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Medium<sub>2</sub>

Figure A1/5  
 Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase High<sub>2</sub>

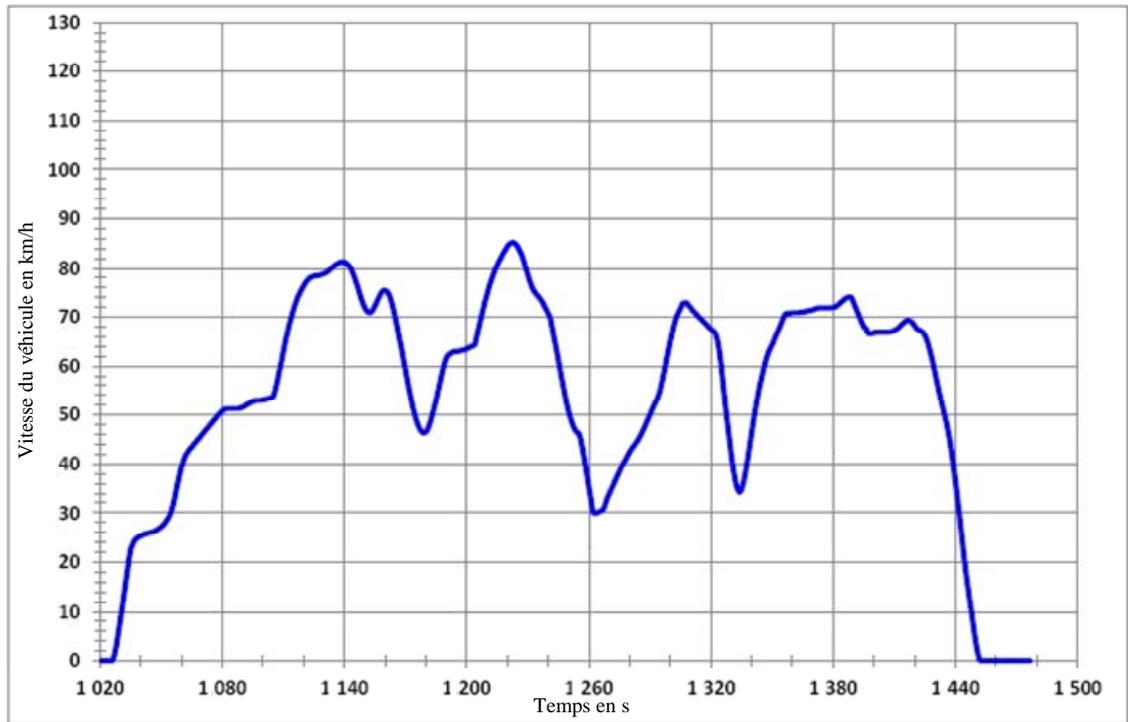


Figure A1/6  
 Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Extra High<sub>2</sub>

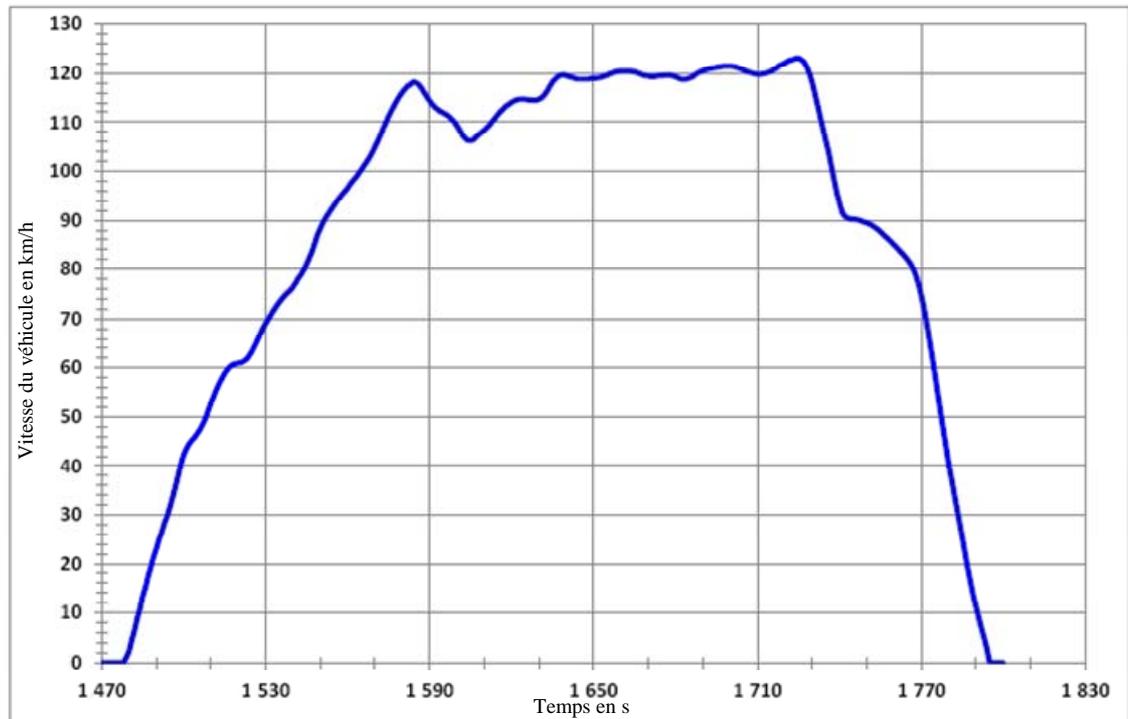


Tableau A1/3  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Low<sub>2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
0	0	47	11,6	94	0	141	36,8
1	0	48	12,4	95	0	142	35,1
2	0	49	13,2	96	0	143	32,2
3	0	50	14,2	97	0	144	31,1
4	0	51	14,8	98	0	145	30,8
5	0	52	14,7	99	0	146	29,7
6	0	53	14,4	100	0	147	29,4
7	0	54	14,1	101	0	148	29
8	0	55	13,6	102	0	149	28,5
9	0	56	13	103	0	150	26
10	0	57	12,4	104	0	151	23,4
11	0	58	11,8	105	0	152	20,7
12	0	59	11,2	106	0	153	17,4
13	1,2	60	10,6	107	0,8	154	15,2
14	2,6	61	9,9	108	1,4	155	13,5
15	4,9	62	9	109	2,3	156	13
16	7,3	63	8,2	110	3,5	157	12,4
17	9,4	64	7	111	4,7	158	12,3
18	11,4	65	4,8	112	5,9	159	12,2
19	12,7	66	2,3	113	7,4	160	12,3
20	13,3	67	0	114	9,2	161	12,4
21	13,4	68	0	115	11,7	162	12,5
22	13,3	69	0	116	13,5	163	12,7
23	13,1	70	0	117	15	164	12,8
24	12,5	71	0	118	16,2	165	13,2
25	11,1	72	0	119	16,8	166	14,3
26	8,9	73	0	120	17,5	167	16,5
27	6,2	74	0	121	18,8	168	19,4
28	3,8	75	0	122	20,3	169	21,7
29	1,8	76	0	123	22	170	23,1
30	0	77	0	124	23,6	171	23,5
31	0	78	0	125	24,8	172	24,2
32	0	79	0	126	25,6	173	24,8
33	0	80	0	127	26,3	174	25,4
34	1,5	81	0	128	27,2	175	25,8
35	2,8	82	0	129	28,3	176	26,5
36	3,6	83	0	130	29,6	177	27,2
37	4,5	84	0	131	30,9	178	28,3
38	5,3	85	0	132	32,2	179	29,9
39	6	86	0	133	33,4	180	32,4
40	6,6	87	0	134	35,1	181	35,1
41	7,3	88	0	135	37,2	182	37,5
42	7,9	89	0	136	38,7	183	39,2
43	8,6	90	0	137	39	184	40,5
44	9,3	91	0	138	40,1	185	41,4
45	10	92	0	139	40,4	186	42
46	10,8	93	0	140	39,7	187	42,5

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
188	43,2	237	33,5	286	32,5	335	25
189	44,4	238	35,8	287	30,9	336	24,6
190	45,9	239	37,6	288	28,6	337	23,9
191	47,6	240	38,8	289	25,9	338	23
192	49	241	39,6	290	23,1	339	21,8
193	50	242	40,1	291	20,1	340	20,7
194	50,2	243	40,9	292	17,3	341	19,6
195	50,1	244	41,8	293	15,1	342	18,7
196	49,8	245	43,3	294	13,7	343	18,1
197	49,4	246	44,7	295	13,4	344	17,5
198	48,9	247	46,4	296	13,9	345	16,7
199	48,5	248	47,9	297	15	346	15,4
200	48,3	249	49,6	298	16,3	347	13,6
201	48,2	250	49,6	299	17,4	348	11,2
202	47,9	251	48,8	300	18,2	349	8,6
203	47,1	252	48	301	18,6	350	6
204	45,5	253	47,5	302	19	351	3,1
205	43,2	254	47,1	303	19,4	352	1,2
206	40,6	255	46,9	304	19,8	353	0
207	38,5	256	45,8	305	20,1	354	0
208	36,9	257	45,8	306	20,5	355	0
209	35,9	258	45,8	307	20,2	356	0
210	35,3	259	45,9	308	18,6	357	0
211	34,8	260	46,2	309	16,5	358	0
212	34,5	261	46,4	310	14,4	359	0
213	34,2	262	46,6	311	13,4	360	1,4
214	34	263	46,8	312	12,9	361	3,2
215	33,8	264	47	313	12,7	362	5,6
216	33,6	265	47,3	314	12,4	363	8,1
217	33,5	266	47,5	315	12,4	364	10,3
218	33,5	267	47,9	316	12,8	365	12,1
219	33,4	268	48,3	317	14,1	366	12,6
220	33,3	269	48,3	318	16,2	367	13,6
221	33,3	270	48,2	319	18,8	368	14,5
222	33,2	271	48	320	21,9	369	15,6
223	33,1	272	47,7	321	25	370	16,8
224	33	273	47,2	322	28,4	371	18,2
225	32,9	274	46,5	323	31,3	372	19,6
226	32,8	275	45,2	324	34	373	20,9
227	32,7	276	43,7	325	34,6	374	22,3
228	32,5	277	42	326	33,9	375	23,8
229	32,3	278	40,4	327	31,9	376	25,4
230	31,8	279	39	328	30	377	27
231	31,4	280	37,7	329	29	378	28,6
232	30,9	281	36,4	330	27,9	379	30,2
233	30,6	282	35,2	331	27,1	380	31,2
234	30,6	283	34,3	332	26,4	381	31,2
235	30,7	284	33,8	333	25,9	382	30,7
236	32	285	33,3	334	25,5	383	29,5

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
384	28,6	433	0	482	2,5	531	26
385	27,7	434	0	483	5,2	532	26,5
386	26,9	435	0	484	7,9	533	26,9
387	26,1	436	0	485	10,3	534	27,3
388	25,4	437	0	486	12,7	535	27,9
389	24,6	438	0	487	15	536	30,3
390	23,6	439	0	488	17,4	537	33,2
391	22,6	440	0	489	19,7	538	35,4
392	21,7	441	0	490	21,9	539	38
393	20,7	442	0	491	24,1	540	40,1
394	19,8	443	0	492	26,2	541	42,7
395	18,8	444	0	493	28,1	542	44,5
396	17,7	445	0	494	29,7	543	46,3
397	16,6	446	0	495	31,3	544	47,6
398	15,6	447	0	496	33	545	48,8
399	14,8	448	0	497	34,7	546	49,7
400	14,3	449	0	498	36,3	547	50,6
401	13,8	450	0	499	38,1	548	51,4
402	13,4	451	0	500	39,4	549	51,4
403	13,1	452	0	501	40,4	550	50,2
404	12,8	453	0	502	41,2	551	47,1
405	12,3	454	0	503	42,1	552	44,5
406	11,6	455	0	504	43,2	553	41,5
407	10,5	456	0	505	44,3	554	38,5
408	9	457	0	506	45,7	555	35,5
409	7,2	458	0	507	45,4	556	32,5
410	5,2	459	0	508	44,5	557	29,5
411	2,9	460	0	509	42,5	558	26,5
412	1,2	461	0	510	39,5	559	23,5
413	0	462	0	511	36,5	560	20,4
414	0	463	0	512	33,5	561	17,5
415	0	464	0	513	30,4	562	14,5
416	0	465	0	514	27	563	11,5
417	0	466	0	515	23,6	564	8,5
418	0	467	0	516	21	565	5,6
419	0	468	0	517	19,5	566	2,6
420	0	469	0	518	17,6	567	0
421	0	470	0	519	16,1	568	0
422	0	471	0	520	14,5	569	0
423	0	472	0	521	13,5	570	0
424	0	473	0	522	13,7	571	0
425	0	474	0	523	16	572	0
426	0	475	0	524	18,1	573	0
427	0	476	0	525	20,8	574	0
428	0	477	0	526	21,5	575	0
429	0	478	0	527	22,5	576	0
430	0	479	0	528	23,4	577	0
431	0	480	0	529	24,5	578	0
432	0	481	1,4	530	25,6	579	0

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
580	0						
581	0						
582	0						
583	0						
584	0						
585	0						
586	0						
587	0						
588	0						
589	0						

Tableau A1/4  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Medium<sub>2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
590	0	637	38,6	684	59,3	731	55,3
591	0	638	39,8	685	60,2	732	55,1
592	0	639	40,6	686	61,3	733	54,8
593	0	640	41,1	687	62,4	734	54,6
594	0	641	41,9	688	63,4	735	54,5
595	0	642	42,8	689	64,4	736	54,3
596	0	643	44,3	690	65,4	737	53,9
597	0	644	45,7	691	66,3	738	53,4
598	0	645	47,4	692	67,2	739	52,6
599	0	646	48,9	693	68	740	51,5
600	0	647	50,6	694	68,8	741	50,2
601	1,6	648	52	695	69,5	742	48,7
602	3,6	649	53,7	696	70,1	743	47
603	6,3	650	55	697	70,6	744	45,1
604	9	651	56,8	698	71	745	43
605	11,8	652	58	699	71,6	746	40,6
606	14,2	653	59,8	700	72,2	747	38,1
607	16,6	654	61,1	701	72,8	748	35,4
608	18,5	655	62,4	702	73,5	749	32,7
609	20,8	656	63	703	74,1	750	30
610	23,4	657	63,5	704	74,3	751	27,5
611	26,9	658	63	705	74,3	752	25,3
612	30,3	659	62	706	73,7	753	23,4
613	32,8	660	60,4	707	71,9	754	22
614	34,1	661	58,6	708	70,5	755	20,8
615	34,2	662	56,7	709	68,9	756	19,8
616	33,6	663	55	710	67,4	757	18,9
617	32,1	664	53,7	711	66	758	18
618	30	665	52,7	712	64,7	759	17
619	27,5	666	51,9	713	63,7	760	16,1
620	25,1	667	51,4	714	62,9	761	15,5
621	22,8	668	51	715	62,2	762	14,4
622	20,5	669	50,7	716	61,7	763	14,9
623	17,9	670	50,6	717	61,2	764	15,9
624	15,1	671	50,8	718	60,7	765	17,1
625	13,4	672	51,2	719	60,3	766	18,3
626	12,8	673	51,7	720	59,9	767	19,4
627	13,7	674	52,3	721	59,6	768	20,4
628	16	675	53,1	722	59,3	769	21,2
629	18,1	676	53,8	723	59	770	21,9
630	20,8	677	54,5	724	58,6	771	22,7
631	23,7	678	55,1	725	58	772	23,4
632	26,5	679	55,9	726	57,5	773	24,2
633	29,3	680	56,5	727	56,9	774	24,3
634	32	681	57,1	728	56,3	775	24,2
635	34,5	682	57,8	729	55,9	776	24,1
636	36,8	683	58,5	730	55,6	777	23,8

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
778	23	827	59,9	876	46,9	925	49
779	22,6	828	60,7	877	47,1	926	48,5
780	21,7	829	61,4	878	47,5	927	48
781	21,3	830	62	879	47,8	928	47,5
782	20,3	831	62,5	880	48,3	929	47
783	19,1	832	62,9	881	48,8	930	46,9
784	18,1	833	63,2	882	49,5	931	46,8
785	16,9	834	63,4	883	50,2	932	46,8
786	16	835	63,7	884	50,8	933	46,8
787	14,8	836	64	885	51,4	934	46,9
788	14,5	837	64,4	886	51,8	935	46,9
789	13,7	838	64,9	887	51,9	936	46,9
790	13,5	839	65,5	888	51,7	937	46,9
791	12,9	840	66,2	889	51,2	938	46,9
792	12,7	841	67	890	50,4	939	46,8
793	12,5	842	67,8	891	49,2	940	46,6
794	12,5	843	68,6	892	47,7	941	46,4
795	12,6	844	69,4	893	46,3	942	46
796	13	845	70,1	894	45,1	943	45,5
797	13,6	846	70,9	895	44,2	944	45
798	14,6	847	71,7	896	43,7	945	44,5
799	15,7	848	72,5	897	43,4	946	44,2
800	17,1	849	73,2	898	43,1	947	43,9
801	18,7	850	73,8	899	42,5	948	43,7
802	20,2	851	74,4	900	41,8	949	43,6
803	21,9	852	74,7	901	41,1	950	43,6
804	23,6	853	74,7	902	40,3	951	43,5
805	25,4	854	74,6	903	39,7	952	43,5
806	27,1	855	74,2	904	39,3	953	43,4
807	28,9	856	73,5	905	39,2	954	43,3
808	30,4	857	72,6	906	39,3	955	43,1
809	32	858	71,8	907	39,6	956	42,9
810	33,4	859	71	908	40	957	42,7
811	35	860	70,1	909	40,7	958	42,5
812	36,4	861	69,4	910	41,4	959	42,4
813	38,1	862	68,9	911	42,2	960	42,2
814	39,7	863	68,4	912	43,1	961	42,1
815	41,6	864	67,9	913	44,1	962	42
816	43,3	865	67,1	914	44,9	963	41,8
817	45,1	866	65,8	915	45,6	964	41,7
818	46,9	867	63,9	916	46,4	965	41,5
819	48,7	868	61,4	917	47	966	41,3
820	50,5	869	58,4	918	47,8	967	41,1
821	52,4	870	55,4	919	48,3	968	40,8
822	54,1	871	52,4	920	48,9	969	40,3
823	55,7	872	50	921	49,4	970	39,6
824	56,8	873	48,3	922	49,8	971	38,5
825	57,9	874	47,3	923	49,6	972	37
826	59	875	46,8	924	49,3	973	35,1

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
974	33						
975	30,6						
976	27,9						
977	25,1						
978	22						
979	18,8						
980	15,5						
981	12,3						
982	8,8						
983	6						
984	3,6						
985	1,6						
986	0						
987	0						
988	0						
989	0						
990	0						
991	0						
992	0						
993	0						
994	0						
995	0						
996	0						
997	0						
998	0						
999	0						
1 000	0						
1 001	0						
1 002	0						
1 003	0						
1 004	0						
1 005	0						
1 006	0						
1 007	0						
1 008	0						
1 009	0						
1 010	0						
1 011	0						
1 012	0						
1 013	0						
1 014	0						
1 015	0						
1 016	0						
1 017	0						
1 018	0						
1 019	0						
1 020	0						
1 021	0						
1 022	0						

---

Tableau A1/5  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase High<sub>2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 023	0	1 070	46	1 117	73,9	1 164	71,7
1 024	0	1 071	46,4	1 118	74,9	1 165	69,9
1 025	0	1 072	47	1 119	75,7	1 166	67,9
1 026	0	1 073	47,4	1 120	76,4	1 167	65,7
1 027	1,1	1 074	48	1 121	77,1	1 168	63,5
1 028	3	1 075	48,4	1 122	77,6	1 169	61,2
1 029	5,7	1 076	49	1 123	78	1 170	59
1 030	8,4	1 077	49,4	1 124	78,2	1 171	56,8
1 031	11,1	1 078	50	1 125	78,4	1 172	54,7
1 032	14	1 079	50,4	1 126	78,5	1 173	52,7
1 033	17	1 080	50,8	1 127	78,5	1 174	50,9
1 034	20,1	1 081	51,1	1 128	78,6	1 175	49,4
1 035	22,7	1 082	51,3	1 129	78,7	1 176	48,1
1 036	23,6	1 083	51,3	1 130	78,9	1 177	47,1
1 037	24,5	1 084	51,3	1 131	79,1	1 178	46,5
1 038	24,8	1 085	51,3	1 132	79,4	1 179	46,3
1 039	25,1	1 086	51,3	1 133	79,8	1 180	46,5
1 040	25,3	1 087	51,3	1 134	80,1	1 181	47,2
1 041	25,5	1 088	51,3	1 135	80,5	1 182	48,3
1 042	25,7	1 089	51,4	1 136	80,8	1 183	49,7
1 043	25,8	1 090	51,6	1 137	81	1 184	51,3
1 044	25,9	1 091	51,8	1 138	81,2	1 185	53
1 045	26	1 092	52,1	1 139	81,3	1 186	54,9
1 046	26,1	1 093	52,3	1 140	81,2	1 187	56,7
1 047	26,3	1 094	52,6	1 141	81	1 188	58,6
1 048	26,5	1 095	52,8	1 142	80,6	1 189	60,2
1 049	26,8	1 096	52,9	1 143	80	1 190	61,6
1 050	27,1	1 097	53	1 144	79,1	1 191	62,2
1 051	27,5	1 098	53	1 145	78	1 192	62,5
1 052	28	1 099	53	1 146	76,8	1 193	62,8
1 053	28,6	1 100	53,1	1 147	75,5	1 194	62,9
1 054	29,3	1 101	53,2	1 148	74,1	1 195	63
1 055	30,4	1 102	53,3	1 149	72,9	1 196	63
1 056	31,8	1 103	53,4	1 150	71,9	1 197	63,1
1 057	33,7	1 104	53,5	1 151	71,2	1 198	63,2
1 058	35,8	1 105	53,7	1 152	70,9	1 199	63,3
1 059	37,8	1 106	55	1 153	71	1 200	63,5
1 060	39,5	1 107	56,8	1 154	71,5	1 201	63,7
1 061	40,8	1 108	58,8	1 155	72,3	1 202	63,9
1 062	41,8	1 109	60,9	1 156	73,2	1 203	64,1
1 063	42,4	1 110	63	1 157	74,1	1 204	64,3
1 064	43	1 111	65	1 158	74,9	1 205	66,1
1 065	43,4	1 112	66,9	1 159	75,4	1 206	67,9
1 066	44	1 113	68,6	1 160	75,5	1 207	69,7
1 067	44,4	1 114	70,1	1 161	75,2	1 208	71,4
1 068	45	1 115	71,5	1 162	74,5	1 209	73,1
1 069	45,4	1 116	72,8	1 163	73,3	1 210	74,7

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 211	76,2	1 260	35,4	1 309	72,3	1 358	70,8
1 212	77,5	1 261	32,7	1 310	71,9	1 359	70,8
1 213	78,6	1 262	30	1 311	71,3	1 360	70,9
1 214	79,7	1 263	29,9	1 312	70,9	1 361	70,9
1 215	80,6	1 264	30	1 313	70,5	1 362	70,9
1 216	81,5	1 265	30,2	1 314	70	1 363	70,9
1 217	82,2	1 266	30,4	1 315	69,6	1 364	71
1 218	83	1 267	30,6	1 316	69,2	1 365	71
1 219	83,7	1 268	31,6	1 317	68,8	1 366	71,1
1 220	84,4	1 269	33	1 318	68,4	1 367	71,2
1 221	84,9	1 270	33,9	1 319	67,9	1 368	71,3
1 222	85,1	1 271	34,8	1 320	67,5	1 369	71,4
1 223	85,2	1 272	35,7	1 321	67,2	1 370	71,5
1 224	84,9	1 273	36,6	1 322	66,8	1 371	71,7
1 225	84,4	1 274	37,5	1 323	65,6	1 372	71,8
1 226	83,6	1 275	38,4	1 324	63,3	1 373	71,9
1 227	82,7	1 276	39,3	1 325	60,2	1 374	71,9
1 228	81,5	1 277	40,2	1 326	56,2	1 375	71,9
1 229	80,1	1 278	40,8	1 327	52,2	1 376	71,9
1 230	78,7	1 279	41,7	1 328	48,4	1 377	71,9
1 231	77,4	1 280	42,4	1 329	45	1 378	71,9
1 232	76,2	1 281	43,1	1 330	41,6	1 379	71,9
1 233	75,4	1 282	43,6	1 331	38,6	1 380	72
1 234	74,8	1 283	44,2	1 332	36,4	1 381	72,1
1 235	74,3	1 284	44,8	1 333	34,8	1 382	72,4
1 236	73,8	1 285	45,5	1 334	34,2	1 383	72,7
1 237	73,2	1 286	46,3	1 335	34,7	1 384	73,1
1 238	72,4	1 287	47,2	1 336	36,3	1 385	73,4
1 239	71,6	1 288	48,1	1 337	38,5	1 386	73,8
1 240	70,8	1 289	49,1	1 338	41	1 387	74
1 241	69,9	1 290	50	1 339	43,7	1 388	74,1
1 242	67,9	1 291	51	1 340	46,5	1 389	74
1 243	65,7	1 292	51,9	1 341	49,1	1 390	73
1 244	63,5	1 293	52,7	1 342	51,6	1 391	72
1 245	61,2	1 294	53,7	1 343	53,9	1 392	71
1 246	59	1 295	55	1 344	56	1 393	70
1 247	56,8	1 296	56,8	1 345	57,9	1 394	69
1 248	54,7	1 297	58,8	1 346	59,7	1 395	68
1 249	52,7	1 298	60,9	1 347	61,2	1 396	67,7
1 250	50,9	1 299	63	1 348	62,5	1 397	66,7
1 251	49,4	1 300	65	1 349	63,5	1 398	66,6
1 252	48,1	1 301	66,9	1 350	64,3	1 399	66,7
1 253	47,1	1 302	68,6	1 351	65,3	1 400	66,8
1 254	46,5	1 303	70,1	1 352	66,3	1 401	66,9
1 255	46,3	1 304	71	1 353	67,3	1 402	66,9
1 256	45,1	1 305	71,8	1 354	68,3	1 403	66,9
1 257	43	1 306	72,8	1 355	69,3	1 404	66,9
1 258	40,6	1 307	72,9	1 356	70,3	1 405	66,9
1 259	38,1	1 308	73	1 357	70,8	1 406	66,9

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 407	66,9	1 456	0				
1 408	67	1 457	0				
1 409	67,1	1 458	0				
1 410	67,3	1 459	0				
1 411	67,5	1 460	0				
1 412	67,8	1 461	0				
1 413	68,2	1 462	0				
1 414	68,6	1 463	0				
1 415	69	1 464	0				
1 416	69,3	1 465	0				
1 417	69,3	1 466	0				
1 418	69,2	1 467	0				
1 419	68,8	1 468	0				
1 420	68,2	1 469	0				
1 421	67,6	1 470	0				
1 422	67,4	1 471	0				
1 423	67,2	1 472	0				
1 424	66,9	1 473	0				
1 425	66,3	1 474	0				
1 426	65,4	1 475	0				
1 427	64	1 476	0				
1 428	62,4	1 477	0				
1 429	60,6						
1 430	58,6						
1 431	56,7						
1 432	54,8						
1 433	53						
1 434	51,3						
1 435	49,6						
1 436	47,8						
1 437	45,5						
1 438	42,8						
1 439	39,8						
1 440	36,5						
1 441	33						
1 442	29,5						
1 443	25,8						
1 444	22,1						
1 445	18,6						
1 446	15,3						
1 447	12,4						
1 448	9,6						
1 449	6,6						
1 450	3,8						
1 451	1,6						
1 452	0						
1 453	0						
1 454	0						
1 455	0						

---

Tableau A1/6  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 2, phase Extra High<sub>2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 478	0	1 525	63,4	1 572	107,4	1 619	113,7
1 479	1,1	1 526	64,5	1 573	108,7	1 620	114,1
1 480	2,3	1 527	65,7	1 574	109,9	1 621	114,4
1 481	4,6	1 528	66,9	1 575	111,2	1 622	114,6
1 482	6,5	1 529	68,1	1 576	112,3	1 623	114,7
1 483	8,9	1 530	69,1	1 577	113,4	1 624	114,7
1 484	10,9	1 531	70	1 578	114,4	1 625	114,7
1 485	13,5	1 532	70,9	1 579	115,3	1 626	114,6
1 486	15,2	1 533	71,8	1 580	116,1	1 627	114,5
1 487	17,6	1 534	72,6	1 581	116,8	1 628	114,5
1 488	19,3	1 535	73,4	1 582	117,4	1 629	114,5
1 489	21,4	1 536	74	1 583	117,7	1 630	114,7
1 490	23	1 537	74,7	1 584	118,2	1 631	115
1 491	25	1 538	75,2	1 585	118,1	1 632	115,6
1 492	26,5	1 539	75,7	1 586	117,7	1 633	116,4
1 493	28,4	1 540	76,4	1 587	117	1 634	117,3
1 494	29,8	1 541	77,2	1 588	116,1	1 635	118,2
1 495	31,7	1 542	78,2	1 589	115,2	1 636	118,8
1 496	33,7	1 543	78,9	1 590	114,4	1 637	119,3
1 497	35,8	1 544	79,9	1 591	113,6	1 638	119,6
1 498	38,1	1 545	81,1	1 592	113	1 639	119,7
1 499	40,5	1 546	82,4	1 593	112,6	1 640	119,5
1 500	42,2	1 547	83,7	1 594	112,2	1 641	119,3
1 501	43,5	1 548	85,4	1 595	111,9	1 642	119,2
1 502	44,5	1 549	87	1 596	111,6	1 643	119
1 503	45,2	1 550	88,3	1 597	111,2	1 644	118,8
1 504	45,8	1 551	89,5	1 598	110,7	1 645	118,8
1 505	46,6	1 552	90,5	1 599	110,1	1 646	118,8
1 506	47,4	1 553	91,3	1 600	109,3	1 647	118,8
1 507	48,5	1 554	92,2	1 601	108,4	1 648	118,8
1 508	49,7	1 555	93	1 602	107,4	1 649	118,9
1 509	51,3	1 556	93,8	1 603	106,7	1 650	119
1 510	52,9	1 557	94,6	1 604	106,3	1 651	119
1 511	54,3	1 558	95,3	1 605	106,2	1 652	119,1
1 512	55,6	1 559	95,9	1 606	106,4	1 653	119,2
1 513	56,8	1 560	96,6	1 607	107	1 654	119,4
1 514	57,9	1 561	97,4	1 608	107,5	1 655	119,6
1 515	58,9	1 562	98,1	1 609	107,9	1 656	119,9
1 516	59,7	1 563	98,7	1 610	108,4	1 657	120,1
1 517	60,3	1 564	99,5	1 611	108,9	1 658	120,3
1 518	60,7	1 565	100,3	1 612	109,5	1 659	120,4
1 519	60,9	1 566	101,1	1 613	110,2	1 660	120,5
1 520	61	1 567	101,9	1 614	110,9	1 661	120,5
1 521	61,1	1 568	102,8	1 615	111,6	1 662	120,5
1 522	61,4	1 569	103,8	1 616	112,2	1 663	120,5
1 523	61,8	1 570	105	1 617	112,8	1 664	120,4
1 524	62,5	1 571	106,1	1 618	113,3	1 665	120,3

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 666	120,1	1 715	120,4	1 764	82,6		
1 667	119,9	1 716	120,8	1 765	81,9		
1 668	119,6	1 717	121,1	1 766	81,1		
1 669	119,5	1 718	121,6	1 767	80		
1 670	119,4	1 719	121,8	1 768	78,7		
1 671	119,3	1 720	122,1	1 769	76,9		
1 672	119,3	1 721	122,4	1 770	74,6		
1 673	119,4	1 722	122,7	1 771	72		
1 674	119,5	1 723	122,8	1 772	69		
1 675	119,5	1 724	123,1	1 773	65,6		
1 676	119,6	1 725	123,1	1 774	62,1		
1 677	119,6	1 726	122,8	1 775	58,5		
1 678	119,6	1 727	122,3	1 776	54,7		
1 679	119,4	1 728	121,3	1 777	50,9		
1 680	119,3	1 729	119,9	1 778	47,3		
1 681	119	1 730	118,1	1 779	43,8		
1 682	118,8	1 731	115,9	1 780	40,4		
1 683	118,7	1 732	113,5	1 781	37,4		
1 684	118,8	1 733	111,1	1 782	34,3		
1 685	119	1 734	108,6	1 783	31,3		
1 686	119,2	1 735	106,2	1 784	28,3		
1 687	119,6	1 736	104	1 785	25,2		
1 688	120	1 737	101,1	1 786	22		
1 689	120,3	1 738	98,3	1 787	18,9		
1 690	120,5	1 739	95,7	1 788	16,1		
1 691	120,7	1 740	93,5	1 789	13,4		
1 692	120,9	1 741	91,5	1 790	11,1		
1 693	121	1 742	90,7	1 791	8,9		
1 694	121,1	1 743	90,4	1 792	6,9		
1 695	121,2	1 744	90,2	1 793	4,9		
1 696	121,3	1 745	90,2	1 794	2,8		
1 697	121,4	1 746	90,1	1 795	0		
1 698	121,5	1 747	90	1 796	0		
1 699	121,5	1 748	89,8	1 797	0		
1 700	121,5	1 749	89,6	1 798	0		
1 701	121,4	1 750	89,4	1 799	0		
1 702	121,3	1 751	89,2	1 800	0		
1 703	121,1	1 752	88,9				
1 704	120,9	1 753	88,5				
1 705	120,6	1 754	88,1				
1 706	120,4	1 755	87,6				
1 707	120,2	1 756	87,1				
1 708	120,1	1 757	86,6				
1 709	119,9	1 758	86,1				
1 710	119,8	1 759	85,5				
1 711	119,8	1 760	85				
1 712	119,9	1 761	84,4				
1 713	120	1 762	83,8				
1 714	120,2	1 763	83,2				

## 6. Cycle WLTC pour les véhicules de la classe 3

Figure A1/7

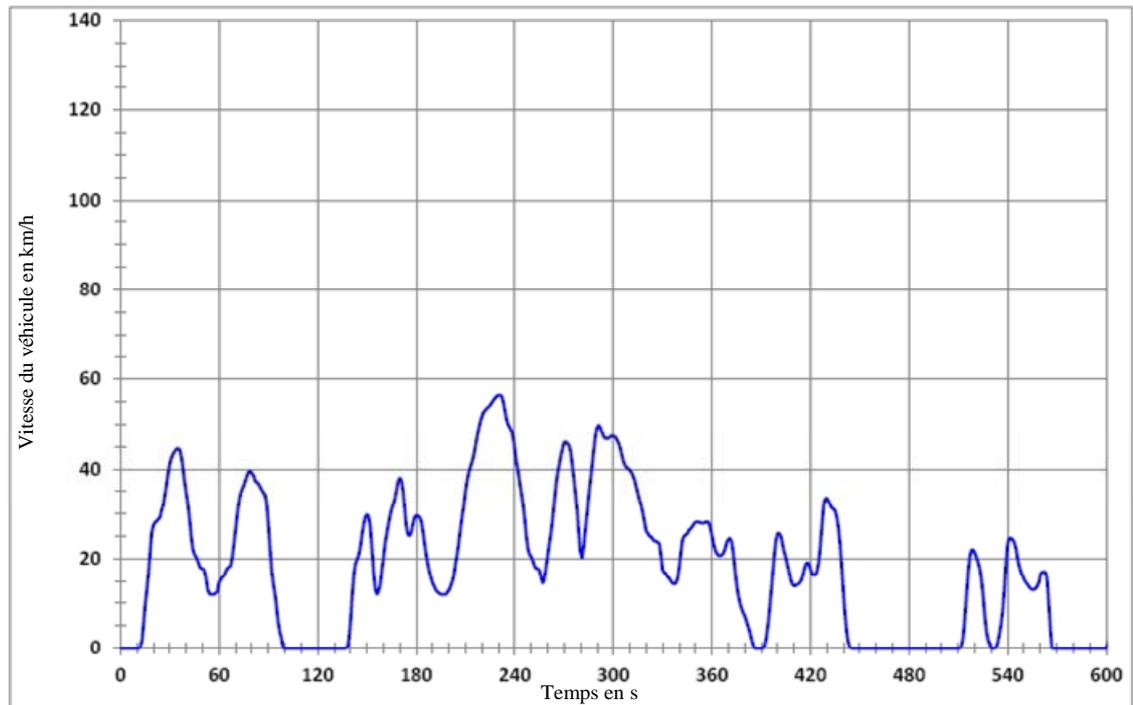
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Low<sub>3</sub>

Figure A1/8

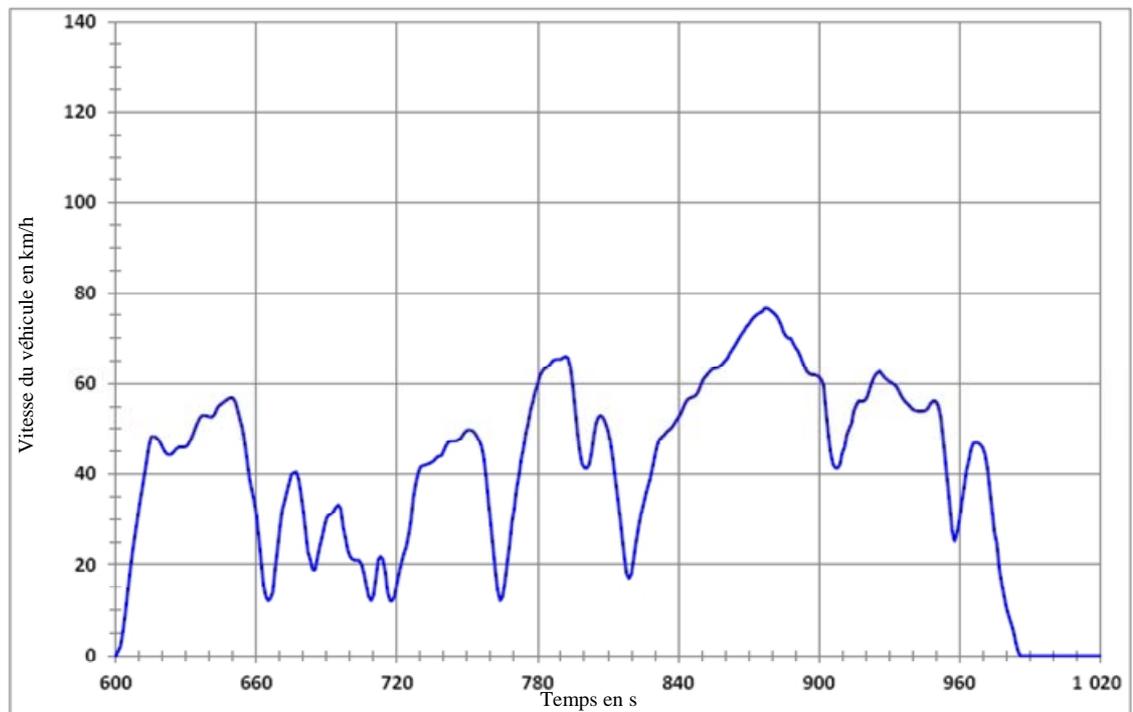
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Medium<sub>3,1</sub>

Figure A1/9  
 Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Medium<sub>3,2</sub>

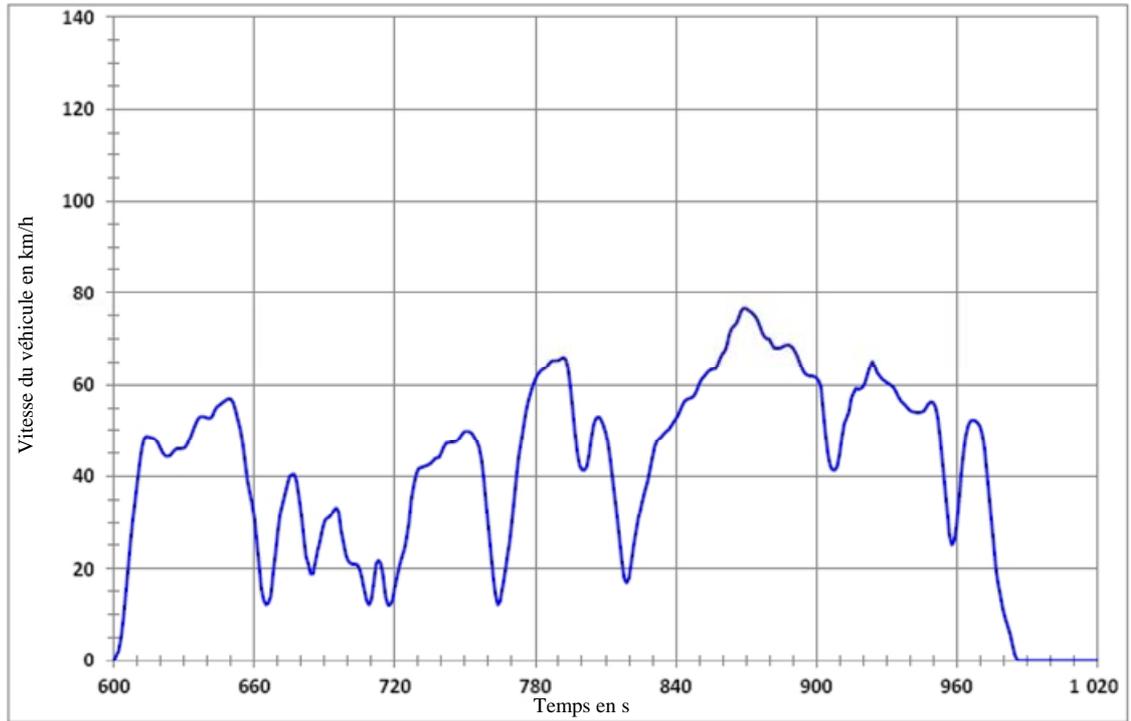


Figure A1/10  
 Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase High<sub>3,1</sub>

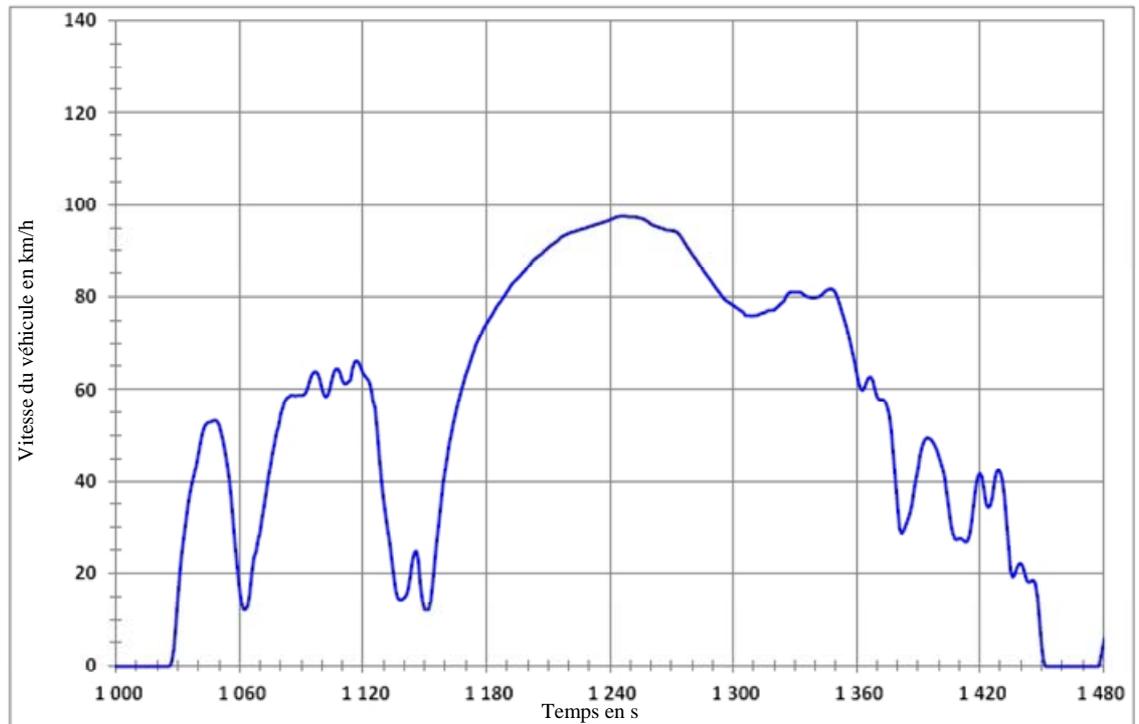


Figure A1/11  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase High<sub>3-2</sub>

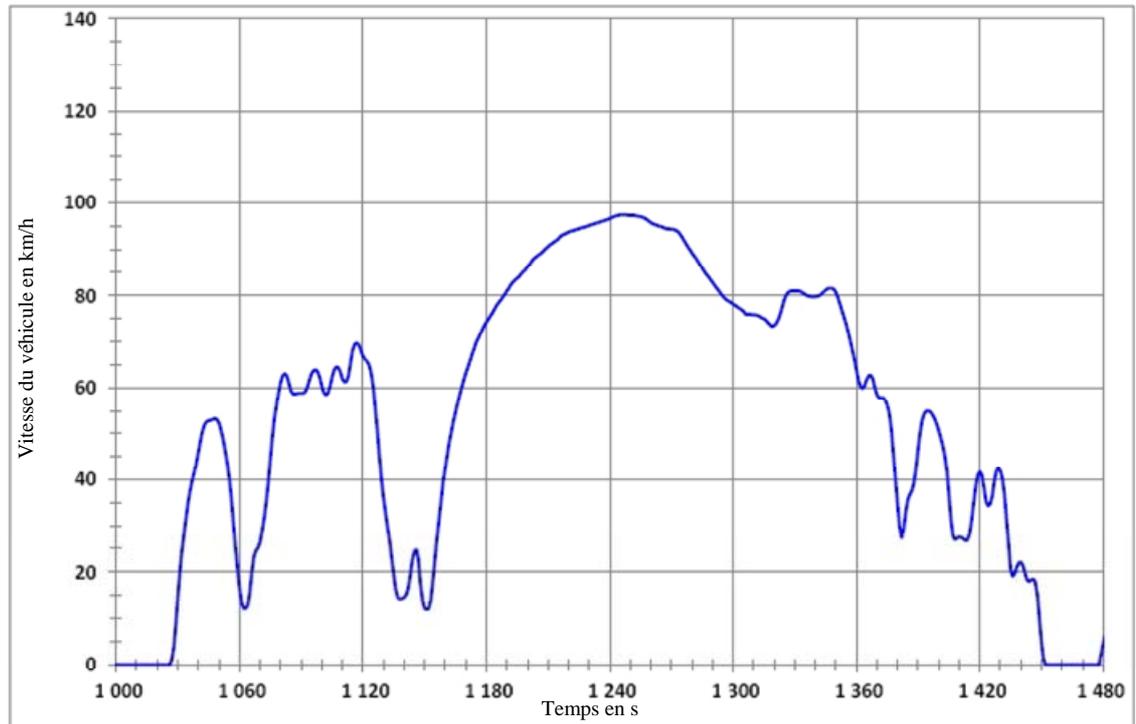


Figure A1/12  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Extra High<sub>3</sub>

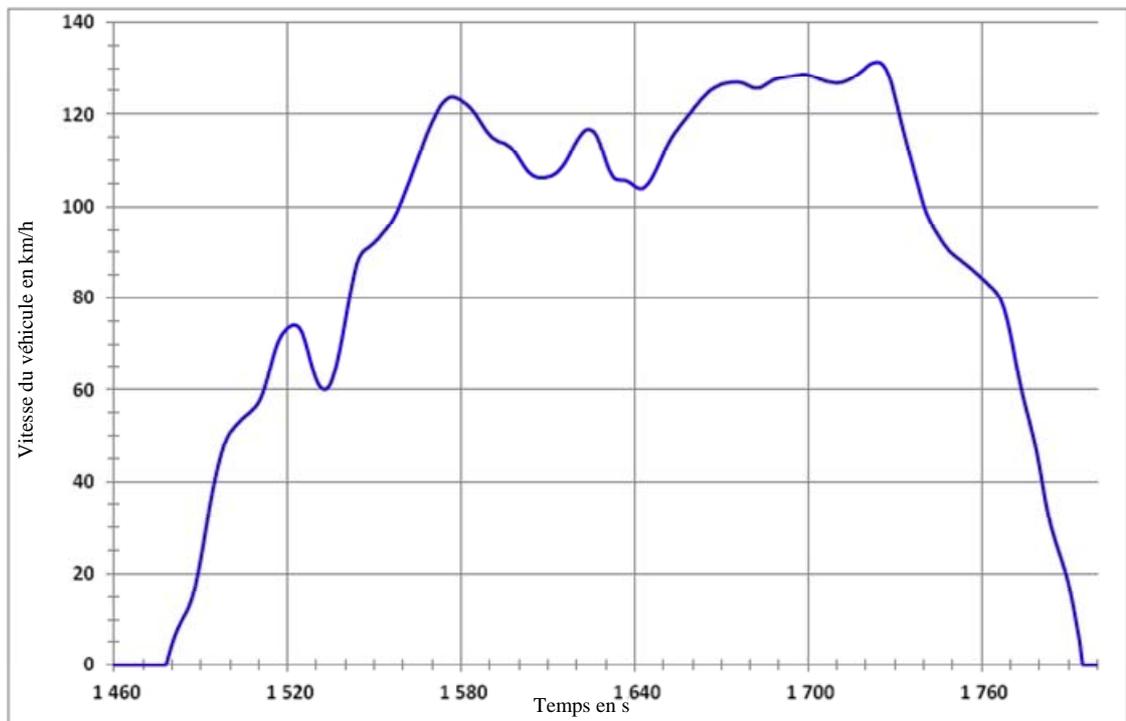


Tableau A1/7  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Low<sub>3</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
0	0	47	19,5	94	12	141	11,7
1	0	48	18,4	95	9,1	142	16,4
2	0	49	17,8	96	5,8	143	18,9
3	0	50	17,8	97	3,6	144	19,9
4	0	51	17,4	98	2,2	145	20,8
5	0	52	15,7	99	0	146	22,8
6	0	53	13,1	100	0	147	25,4
7	0	54	12,1	101	0	148	27,7
8	0	55	12	102	0	149	29,2
9	0	56	12	103	0	150	29,8
10	0	57	12	104	0	151	29,4
11	0	58	12,3	105	0	152	27,2
12	0,2	59	12,6	106	0	153	22,6
13	1,7	60	14,7	107	0	154	17,3
14	5,4	61	15,3	108	0	155	13,3
15	9,9	62	15,9	109	0	156	12
16	13,1	63	16,2	110	0	157	12,6
17	16,9	64	17,1	111	0	158	14,1
18	21,7	65	17,8	112	0	159	17,2
19	26	66	18,1	113	0	160	20,1
20	27,5	67	18,4	114	0	161	23,4
21	28,1	68	20,3	115	0	162	25,5
22	28,3	69	23,2	116	0	163	27,6
23	28,8	70	26,5	117	0	164	29,5
24	29,1	71	29,8	118	0	165	31,1
25	30,8	72	32,6	119	0	166	32,1
26	31,9	73	34,4	120	0	167	33,2
27	34,1	74	35,5	121	0	168	35,2
28	36,6	75	36,4	122	0	169	37,2
29	39,1	76	37,4	123	0	170	38
30	41,3	77	38,5	124	0	171	37,4
31	42,5	78	39,3	125	0	172	35,1
32	43,3	79	39,5	126	0	173	31
33	43,9	80	39	127	0	174	27,1
34	44,4	81	38,5	128	0	175	25,3
35	44,5	82	37,3	129	0	176	25,1
36	44,2	83	37	130	0	177	25,9
37	42,7	84	36,7	131	0	178	27,8
38	39,9	85	35,9	132	0	179	29,2
39	37	86	35,3	133	0	180	29,6
40	34,6	87	34,6	134	0	181	29,5
41	32,3	88	34,2	135	0	182	29,2
42	29	89	31,9	136	0	183	28,3
43	25,1	90	27,3	137	0	184	26,1
44	22,2	91	22	138	0,2	185	23,6
45	20,9	92	17	139	1,9	186	21
46	20,4	93	14,2	140	6,1	187	18,9

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
188	17,1	237	49,2	286	37,4	335	15
189	15,7	238	48,4	287	40,7	336	14,5
190	14,5	239	46,9	288	44	337	14,3
191	13,7	240	44,3	289	47,3	338	14,5
192	12,9	241	41,5	290	49,2	339	15,4
193	12,5	242	39,5	291	49,8	340	17,8
194	12,2	243	37	292	49,2	341	21,1
195	12	244	34,6	293	48,1	342	24,1
196	12	245	32,3	294	47,3	343	25
197	12	246	29	295	46,8	344	25,3
198	12	247	25,1	296	46,7	345	25,5
199	12,5	248	22,2	297	46,8	346	26,4
200	13	249	20,9	298	47,1	347	26,6
201	14	250	20,4	299	47,3	348	27,1
202	15	251	19,5	300	47,3	349	27,7
203	16,5	252	18,4	301	47,1	350	28,1
204	19	253	17,8	302	46,6	351	28,2
205	21,2	254	17,8	303	45,8	352	28,1
206	23,8	255	17,4	304	44,8	353	28
207	26,9	256	15,7	305	43,3	354	27,9
208	29,6	257	14,5	306	41,8	355	27,9
209	32	258	15,4	307	40,8	356	28,1
210	35,2	259	17,9	308	40,3	357	28,2
211	37,5	260	20,6	309	40,1	358	28
212	39,2	261	23,2	310	39,7	359	26,9
213	40,5	262	25,7	311	39,2	360	25
214	41,6	263	28,7	312	38,5	361	23,2
215	43,1	264	32,5	313	37,4	362	21,9
216	45	265	36,1	314	36	363	21,1
217	47,1	266	39	315	34,4	364	20,7
218	49	267	40,8	316	33	365	20,7
219	50,6	268	42,9	317	31,7	366	20,8
220	51,8	269	44,4	318	30	367	21,2
221	52,7	270	45,9	319	28	368	22,1
222	53,1	271	46	320	26,1	369	23,5
223	53,5	272	45,6	321	25,6	370	24,3
224	53,8	273	45,3	322	24,9	371	24,5
225	54,2	274	43,7	323	24,9	372	23,8
226	54,8	275	40,8	324	24,3	373	21,3
227	55,3	276	38	325	23,9	374	17,7
228	55,8	277	34,4	326	23,9	375	14,4
229	56,2	278	30,9	327	23,6	376	11,9
230	56,5	279	25,5	328	23,3	377	10,2
231	56,5	280	21,4	329	20,5	378	8,9
232	56,2	281	20,2	330	17,5	379	8
233	54,9	282	22,9	331	16,9	380	7,2
234	52,9	283	26,6	332	16,7	381	6,1
235	51	284	30,2	333	15,9	382	4,9
236	49,8	285	34,1	334	15,6	383	3,7

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
384	2,3	433	31,3	482	0	531	0
385	0,9	434	31,1	483	0	532	0
386	0	435	30,6	484	0	533	0,2
387	0	436	29,2	485	0	534	1,2
388	0	437	26,7	486	0	535	3,2
389	0	438	23	487	0	536	5,2
390	0	439	18,2	488	0	537	8,2
391	0	440	12,9	489	0	538	13
392	0,5	441	7,7	490	0	539	18,8
393	2,1	442	3,8	491	0	540	23,1
394	4,8	443	1,3	492	0	541	24,5
395	8,3	444	0,2	493	0	542	24,5
396	12,3	445	0	494	0	543	24,3
397	16,6	446	0	495	0	544	23,6
398	20,9	447	0	496	0	545	22,3
399	24,2	448	0	497	0	546	20,1
400	25,6	449	0	498	0	547	18,5
401	25,6	450	0	499	0	548	17,2
402	24,9	451	0	500	0	549	16,3
403	23,3	452	0	501	0	550	15,4
404	21,6	453	0	502	0	551	14,7
405	20,2	454	0	503	0	552	14,3
406	18,7	455	0	504	0	553	13,7
407	17	456	0	505	0	554	13,3
408	15,3	457	0	506	0	555	13,1
409	14,2	458	0	507	0	556	13,1
410	13,9	459	0	508	0	557	13,3
411	14	460	0	509	0	558	13,8
412	14,2	461	0	510	0	559	14,5
413	14,5	462	0	511	0	560	16,5
414	14,9	463	0	512	0,5	561	17
415	15,9	464	0	513	2,5	562	17
416	17,4	465	0	514	6,6	563	17
417	18,7	466	0	515	11,8	564	15,4
418	19,1	467	0	516	16,8	565	10,1
419	18,8	468	0	517	20,5	566	4,8
420	17,6	469	0	518	21,9	567	0
421	16,6	470	0	519	21,9	568	0
422	16,2	471	0	520	21,3	569	0
423	16,4	472	0	521	20,3	570	0
424	17,2	473	0	522	19,2	571	0
425	19,1	474	0	523	17,8	572	0
426	22,6	475	0	524	15,5	573	0
427	27,4	476	0	525	11,9	574	0
428	31,6	477	0	526	7,6	575	0
429	33,4	478	0	527	4	576	0
430	33,5	479	0	528	2	577	0
431	32,8	480	0	529	1	578	0
432	31,9	481	0	530	0	579	0

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
580	0						
581	0						
582	0						
583	0						
584	0						
585	0						
586	0						
587	0						
588	0						
589	0						

---

Tableau A1/8  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Medium<sub>3,1</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
590	0	637	53	684	18,9	731	41,9
591	0	638	53	685	18,9	732	42
592	0	639	52,9	686	21,3	733	42,2
593	0	640	52,7	687	23,9	734	42,4
594	0	641	52,6	688	25,9	735	42,7
595	0	642	53,1	689	28,4	736	43,1
596	0	643	54,3	690	30,3	737	43,7
597	0	644	55,2	691	30,9	738	44
598	0	645	55,5	692	31,1	739	44,1
599	0	646	55,9	693	31,8	740	45,3
600	0	647	56,3	694	32,7	741	46,4
601	1	648	56,7	695	33,2	742	47,2
602	2,1	649	56,9	696	32,4	743	47,3
603	5,2	650	56,8	697	28,3	744	47,4
604	9,2	651	56	698	25,8	745	47,4
605	13,5	652	54,2	699	23,1	746	47,5
606	18,1	653	52,1	700	21,8	747	47,9
607	22,3	654	50,1	701	21,2	748	48,6
608	26	655	47,2	702	21	749	49,4
609	29,3	656	43,2	703	21	750	49,8
610	32,8	657	39,2	704	20,9	751	49,8
611	36	658	36,5	705	19,9	752	49,7
612	39,2	659	34,3	706	17,9	753	49,3
613	42,5	660	31	707	15,1	754	48,5
614	45,7	661	26	708	12,8	755	47,6
615	48,2	662	20,7	709	12	756	46,3
616	48,4	663	15,4	710	13,2	757	43,7
617	48,2	664	13,1	711	17,1	758	39,3
618	47,8	665	12	712	21,1	759	34,1
619	47	666	12,5	713	21,8	760	29
620	45,9	667	14	714	21,2	761	23,7
621	44,9	668	19	715	18,5	762	18,4
622	44,4	669	23,2	716	13,9	763	14,3
623	44,3	670	28	717	12	764	12
624	44,5	671	32	718	12	765	12,8
625	45,1	672	34	719	13	766	16
626	45,7	673	36	720	16,3	767	20,4
627	46	674	38	721	20,5	768	24
628	46	675	40	722	23,9	769	29
629	46	676	40,3	723	26	770	32,2
630	46,1	677	40,5	724	28	771	36,8
631	46,7	678	39	725	31,5	772	39,4
632	47,7	679	35,7	726	33,4	773	43,2
633	48,9	680	31,8	727	36	774	45,8
634	50,3	681	27,1	728	37,8	775	49,2
635	51,6	682	22,8	729	40,2	776	51,4
636	52,6	683	21,1	730	41,6	777	54,2

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
778	56	827	37,1	876	75,8	925	62,3
779	58,3	828	38,9	877	76,6	926	62,7
780	59,8	829	41,4	878	76,5	927	62
781	61,7	830	44	879	76,2	928	61,3
782	62,7	831	46,3	880	75,8	929	60,9
783	63,3	832	47,7	881	75,4	930	60,5
784	63,6	833	48,2	882	74,8	931	60,2
785	64	834	48,7	883	73,9	932	59,8
786	64,7	835	49,3	884	72,7	933	59,4
787	65,2	836	49,8	885	71,3	934	58,6
788	65,3	837	50,2	886	70,4	935	57,5
789	65,3	838	50,9	887	70	936	56,6
790	65,4	839	51,8	888	70	937	56
791	65,7	840	52,5	889	69	938	55,5
792	66	841	53,3	890	68	939	55
793	65,6	842	54,5	891	67,3	940	54,4
794	63,5	843	55,7	892	66,2	941	54,1
795	59,7	844	56,5	893	64,8	942	54
796	54,6	845	56,8	894	63,6	943	53,9
797	49,3	846	57	895	62,6	944	53,9
798	44,9	847	57,2	896	62,1	945	54
799	42,3	848	57,7	897	61,9	946	54,2
800	41,4	849	58,7	898	61,9	947	55
801	41,3	850	60,1	899	61,8	948	55,8
802	43	851	61,1	900	61,5	949	56,2
803	45	852	61,7	901	60,9	950	56,1
804	46,5	853	62,3	902	59,7	951	55,1
805	48,3	854	62,9	903	54,6	952	52,7
806	49,5	855	63,3	904	49,3	953	48,4
807	51,2	856	63,4	905	44,9	954	43,1
808	52,2	857	63,5	906	42,3	955	37,8
809	51,6	858	63,9	907	41,4	956	32,5
810	49,7	859	64,4	908	41,3	957	27,2
811	47,4	860	65	909	42,1	958	25,1
812	43,7	861	65,6	910	44,7	959	27
813	39,7	862	66,6	911	46	960	29,8
814	35,5	863	67,4	912	48,8	961	33,8
815	31,1	864	68,2	913	50,1	962	37
816	26,3	865	69,1	914	51,3	963	40,7
817	21,9	866	70	915	54,1	964	43
818	18	867	70,8	916	55,2	965	45,6
819	17	868	71,5	917	56,2	966	46,9
820	18	869	72,4	918	56,1	967	47
821	21,4	870	73	919	56,1	968	46,9
822	24,8	871	73,7	920	56,5	969	46,5
823	27,9	872	74,4	921	57,5	970	45,8
824	30,8	873	74,9	922	59,2	971	44,3
825	33	874	75,3	923	60,7	972	41,3
826	35,1	875	75,6	924	61,8	973	36,5

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
974	31,7						
975	27						
976	24,7						
977	19,3						
978	16						
979	13,2						
980	10,7						
981	8,8						
982	7,2						
983	5,5						
984	3,2						
985	1,1						
986	0						
987	0						
988	0						
989	0						
990	0						
991	0						
992	0						
993	0						
994	0						
995	0						
996	0						
997	0						
998	0						
999	0						
1 000	0						
1 001	0						
1 002	0						
1 003	0						
1 004	0						
1 005	0						
1 006	0						
1 007	0						
1 008	0						
1 009	0						
1 010	0						
1 011	0						
1 012	0						
1 013	0						
1 014	0						
1 015	0						
1 016	0						
1 017	0						
1 018	0						
1 019	0						
1 020	0						
1 021	0						
1 022	0						

---

Tableau A1/9  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Medium<sub>3,2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
590	0	637	53	684	18,9	731	41,9
591	0	638	53	685	18,9	732	42
592	0	639	52,9	686	21,3	733	42,2
593	0	640	52,7	687	23,9	734	42,4
594	0	641	52,6	688	25,9	735	42,7
595	0	642	53,1	689	28,4	736	43,1
596	0	643	54,3	690	30,3	737	43,7
597	0	644	55,2	691	30,9	738	44
598	0	645	55,5	692	31,1	739	44,1
599	0	646	55,9	693	31,8	740	45,3
600	0	647	56,3	694	32,7	741	46,4
601	1	648	56,7	695	33,2	742	47,2
602	2,1	649	56,9	696	32,4	743	47,3
603	4,8	650	56,8	697	28,3	744	47,4
604	9,1	651	56	698	25,8	745	47,4
605	14,2	652	54,2	699	23,1	746	47,5
606	19,8	653	52,1	700	21,8	747	47,9
607	25,5	654	50,1	701	21,2	748	48,6
608	30,5	655	47,2	702	21	749	49,4
609	34,8	656	43,2	703	21	750	49,8
610	38,8	657	39,2	704	20,9	751	49,8
611	42,9	658	36,5	705	19,9	752	49,7
612	46,4	659	34,3	706	17,9	753	49,3
613	48,3	660	31	707	15,1	754	48,5
614	48,7	661	26	708	12,8	755	47,6
615	48,5	662	20,7	709	12	756	46,3
616	48,4	663	15,4	710	13,2	757	43,7
617	48,2	664	13,1	711	17,1	758	39,3
618	47,8	665	12	712	21,1	759	34,1
619	47	666	12,5	713	21,8	760	29
620	45,9	667	14	714	21,2	761	23,7
621	44,9	668	19	715	18,5	762	18,4
622	44,4	669	23,2	716	13,9	763	14,3
623	44,3	670	28	717	12	764	12
624	44,5	671	32	718	12	765	12,8
625	45,1	672	34	719	13	766	16
626	45,7	673	36	720	16	767	19,1
627	46	674	38	721	18,5	768	22,4
628	46	675	40	722	20,6	769	25,6
629	46	676	40,3	723	22,5	770	30,1
630	46,1	677	40,5	724	24	771	35,3
631	46,7	678	39	725	26,6	772	39,9
632	47,7	679	35,7	726	29,9	773	44,5
633	48,9	680	31,8	727	34,8	774	47,5
634	50,3	681	27,1	728	37,8	775	50,9
635	51,6	682	22,8	729	40,2	776	54,1
636	52,6	683	21,1	730	41,6	777	56,3

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
778	58,1	827	37,1	876	72,7	925	64,1
779	59,8	828	38,9	877	71,3	926	62,7
780	61,1	829	41,4	878	70,4	927	62
781	62,1	830	44	879	70	928	61,3
782	62,8	831	46,3	880	70	929	60,9
783	63,3	832	47,7	881	69	930	60,5
784	63,6	833	48,2	882	68	931	60,2
785	64	834	48,7	883	68	932	59,8
786	64,7	835	49,3	884	68	933	59,4
787	65,2	836	49,8	885	68,1	934	58,6
788	65,3	837	50,2	886	68,4	935	57,5
789	65,3	838	50,9	887	68,6	936	56,6
790	65,4	839	51,8	888	68,7	937	56
791	65,7	840	52,5	889	68,5	938	55,5
792	66	841	53,3	890	68,1	939	55
793	65,6	842	54,5	891	67,3	940	54,4
794	63,5	843	55,7	892	66,2	941	54,1
795	59,7	844	56,5	893	64,8	942	54
796	54,6	845	56,8	894	63,6	943	53,9
797	49,3	846	57	895	62,6	944	53,9
798	44,9	847	57,2	896	62,1	945	54
799	42,3	848	57,7	897	61,9	946	54,2
800	41,4	849	58,7	898	61,9	947	55
801	41,3	850	60,1	899	61,8	948	55,8
802	42,1	851	61,1	900	61,5	949	56,2
803	44,7	852	61,7	901	60,9	950	56,1
804	48,4	853	62,3	902	59,7	951	55,1
805	51,4	854	62,9	903	54,6	952	52,7
806	52,7	855	63,3	904	49,3	953	48,4
807	53	856	63,4	905	44,9	954	43,1
808	52,5	857	63,5	906	42,3	955	37,8
809	51,3	858	64,5	907	41,4	956	32,5
810	49,7	859	65,8	908	41,3	957	27,2
811	47,4	860	66,8	909	42,1	958	25,1
812	43,7	861	67,4	910	44,7	959	26
813	39,7	862	68,8	911	48,4	960	29,3
814	35,5	863	71,1	912	51,4	961	34,6
815	31,1	864	72,3	913	52,7	962	40,4
816	26,3	865	72,8	914	54	963	45,3
817	21,9	866	73,4	915	57	964	49
818	18	867	74,6	916	58,1	965	51,1
819	17	868	76	917	59,2	966	52,1
820	18	869	76,6	918	59	967	52,2
821	21,4	870	76,5	919	59,1	968	52,1
822	24,8	871	76,2	920	59,5	969	51,7
823	27,9	872	75,8	921	60,5	970	50,9
824	30,8	873	75,4	922	62,3	971	49,2
825	33	874	74,8	923	63,9	972	45,9
826	35,1	875	73,9	924	65,1	973	40,6

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
974	35,3						
975	30						
976	24,7						
977	19,3						
978	16						
979	13,2						
980	10,7						
981	8,8						
982	7,2						
983	5,5						
984	3,2						
985	1,1						
986	0						
987	0						
988	0						
989	0						
990	0						
991	0						
992	0						
993	0						
994	0						
995	0						
996	0						
997	0						
998	0						
999	0						
1 000	0						
1 001	0						
1 002	0						
1 003	0						
1 004	0						
1 005	0						
1 006	0						
1 007	0						
1 008	0						
1 009	0						
1 010	0						
1 011	0						
1 012	0						
1 013	0						
1 014	0						
1 015	0						
1 016	0						
1 017	0						
1 018	0						
1 019	0						
1 020	0						
1 021	0						
1 022	0						

---

Tableau A1/10  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase High<sub>3,1</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 023	0	1 070	29	1 117	66,2	1 164	52,6
1 024	0	1 071	32	1 118	65,8	1 165	54,5
1 025	0	1 072	34,8	1 119	64,7	1 166	56,6
1 026	0	1 073	37,7	1 120	63,6	1 167	58,3
1 027	0,8	1 074	40,8	1 121	62,9	1 168	60
1 028	3,6	1 075	43,2	1 122	62,4	1 169	61,5
1 029	8,6	1 076	46	1 123	61,7	1 170	63,1
1 030	14,6	1 077	48	1 124	60,1	1 171	64,3
1 031	20	1 078	50,7	1 125	57,3	1 172	65,7
1 032	24,4	1 079	52	1 126	55,8	1 173	67,1
1 033	28,2	1 080	54,5	1 127	50,5	1 174	68,3
1 034	31,7	1 081	55,9	1 128	45,2	1 175	69,7
1 035	35	1 082	57,4	1 129	40,1	1 176	70,6
1 036	37,6	1 083	58,1	1 130	36,2	1 177	71,6
1 037	39,7	1 084	58,4	1 131	32,9	1 178	72,6
1 038	41,5	1 085	58,8	1 132	29,8	1 179	73,5
1 039	43,6	1 086	58,8	1 133	26,6	1 180	74,2
1 040	46	1 087	58,6	1 134	23	1 181	74,9
1 041	48,4	1 088	58,7	1 135	19,4	1 182	75,6
1 042	50,5	1 089	58,8	1 136	16,3	1 183	76,3
1 043	51,9	1 090	58,8	1 137	14,6	1 184	77,1
1 044	52,6	1 091	58,8	1 138	14,2	1 185	77,9
1 045	52,8	1 092	59,1	1 139	14,3	1 186	78,5
1 046	52,9	1 093	60,1	1 140	14,6	1 187	79
1 047	53,1	1 094	61,7	1 141	15,1	1 188	79,7
1 048	53,3	1 095	63	1 142	16,4	1 189	80,3
1 049	53,1	1 096	63,7	1 143	19,1	1 190	81
1 050	52,3	1 097	63,9	1 144	22,5	1 191	81,6
1 051	50,7	1 098	63,5	1 145	24,4	1 192	82,4
1 052	48,8	1 099	62,3	1 146	24,8	1 193	82,9
1 053	46,5	1 100	60,3	1 147	22,7	1 194	83,4
1 054	43,8	1 101	58,9	1 148	17,4	1 195	83,8
1 055	40,3	1 102	58,4	1 149	13,8	1 196	84,2
1 056	36	1 103	58,8	1 150	12	1 197	84,7
1 057	30,7	1 104	60,2	1 151	12	1 198	85,2
1 058	25,4	1 105	62,3	1 152	12	1 199	85,6
1 059	21	1 106	63,9	1 153	13,9	1 200	86,3
1 060	16,7	1 107	64,5	1 154	17,7	1 201	86,8
1 061	13,4	1 108	64,4	1 155	22,8	1 202	87,4
1 062	12	1 109	63,5	1 156	27,3	1 203	88
1 063	12,1	1 110	62	1 157	31,2	1 204	88,3
1 064	12,8	1 111	61,2	1 158	35,2	1 205	88,7
1 065	15,6	1 112	61,3	1 159	39,4	1 206	89
1 066	19,9	1 113	61,7	1 160	42,5	1 207	89,3
1 067	23,4	1 114	62	1 161	45,4	1 208	89,8
1 068	24,6	1 115	64,6	1 162	48,2	1 209	90,2
1 069	27	1 116	66	1 163	50,3	1 210	90,6

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 211	91	1 260	95,7	1 309	75,9	1 358	68,2
1 212	91,3	1 261	95,5	1 310	76	1 359	66,1
1 213	91,6	1 262	95,3	1 311	76	1 360	63,8
1 214	91,9	1 263	95,2	1 312	76,1	1 361	61,6
1 215	92,2	1 264	95	1 313	76,3	1 362	60,2
1 216	92,8	1 265	94,9	1 314	76,5	1 363	59,8
1 217	93,1	1 266	94,7	1 315	76,6	1 364	60,4
1 218	93,3	1 267	94,5	1 316	76,8	1 365	61,8
1 219	93,5	1 268	94,4	1 317	77,1	1 366	62,6
1 220	93,7	1 269	94,4	1 318	77,1	1 367	62,7
1 221	93,9	1 270	94,3	1 319	77,2	1 368	61,9
1 222	94	1 271	94,3	1 320	77,2	1 369	60
1 223	94,1	1 272	94,1	1 321	77,6	1 370	58,4
1 224	94,3	1 273	93,9	1 322	78	1 371	57,8
1 225	94,4	1 274	93,4	1 323	78,4	1 372	57,8
1 226	94,6	1 275	92,8	1 324	78,8	1 373	57,8
1 227	94,7	1 276	92	1 325	79,2	1 374	57,3
1 228	94,8	1 277	91,3	1 326	80,3	1 375	56,2
1 229	95	1 278	90,6	1 327	80,8	1 376	54,3
1 230	95,1	1 279	90	1 328	81	1 377	50,8
1 231	95,3	1 280	89,3	1 329	81	1 378	45,5
1 232	95,4	1 281	88,7	1 330	81	1 379	40,2
1 233	95,6	1 282	88,1	1 331	81	1 380	34,9
1 234	95,7	1 283	87,4	1 332	81	1 381	29,6
1 235	95,8	1 284	86,7	1 333	80,9	1 382	28,7
1 236	96	1 285	86	1 334	80,6	1 383	29,3
1 237	96,1	1 286	85,3	1 335	80,3	1 384	30,5
1 238	96,3	1 287	84,7	1 336	80	1 385	31,7
1 239	96,4	1 288	84,1	1 337	79,9	1 386	32,9
1 240	96,6	1 289	83,5	1 338	79,8	1 387	35
1 241	96,8	1 290	82,9	1 339	79,8	1 388	38
1 242	97	1 291	82,3	1 340	79,8	1 389	40,5
1 243	97,2	1 292	81,7	1 341	79,9	1 390	42,7
1 244	97,3	1 293	81,1	1 342	80	1 391	45,8
1 245	97,4	1 294	80,5	1 343	80,4	1 392	47,5
1 246	97,4	1 295	79,9	1 344	80,8	1 393	48,9
1 247	97,4	1 296	79,4	1 345	81,2	1 394	49,4
1 248	97,4	1 297	79,1	1 346	81,5	1 395	49,4
1 249	97,3	1 298	78,8	1 347	81,6	1 396	49,2
1 250	97,3	1 299	78,5	1 348	81,6	1 397	48,7
1 251	97,3	1 300	78,2	1 349	81,4	1 398	47,9
1 252	97,3	1 301	77,9	1 350	80,7	1 399	46,9
1 253	97,2	1 302	77,6	1 351	79,6	1 400	45,6
1 254	97,1	1 303	77,3	1 352	78,2	1 401	44,2
1 255	97	1 304	77	1 353	76,8	1 402	42,7
1 256	96,9	1 305	76,7	1 354	75,3	1 403	40,7
1 257	96,7	1 306	76	1 355	73,8	1 404	37,1
1 258	96,4	1 307	76	1 356	72,1	1 405	33,9
1 259	96,1	1 308	76	1 357	70,2	1 406	30,6

---

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 407	28,6	1 456	0				
1 408	27,3	1 457	0				
1 409	27,2	1 458	0				
1 410	27,5	1 459	0				
1 411	27,4	1 460	0				
1 412	27,1	1 461	0				
1 413	26,7	1 462	0				
1 414	26,8	1 463	0				
1 415	28,2	1 464	0				
1 416	31,1	1 465	0				
1 417	34,8	1 466	0				
1 418	38,4	1 467	0				
1 419	40,9	1 468	0				
1 420	41,7	1 469	0				
1 421	40,9	1 470	0				
1 422	38,3	1 471	0				
1 423	35,3	1 472	0				
1 424	34,3	1 473	0				
1 425	34,6	1 474	0				
1 426	36,3	1 475	0				
1 427	39,5	1 476	0				
1 428	41,8	1 477	0				
1 429	42,5						
1 430	41,9						
1 431	40,1						
1 432	36,6						
1 433	31,3						
1 434	26						
1 435	20,6						
1 436	19,1						
1 437	19,7						
1 438	21,1						
1 439	22						
1 440	22,1						
1 441	21,4						
1 442	19,6						
1 443	18,3						
1 444	18						
1 445	18,3						
1 446	18,5						
1 447	17,9						
1 448	15						
1 449	9,9						
1 450	4,6						
1 451	1,2						
1 452	0						
1 453	0						
1 454	0						
1 455	0						

---

Tableau A1/11  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase High<sub>3,2</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 023	0	1 070	26,4	1 117	69,7	1 164	52,6
1 024	0	1 071	28,8	1 118	69,3	1 165	54,5
1 025	0	1 072	31,8	1 119	68,1	1 166	56,6
1 026	0	1 073	35,3	1 120	66,9	1 167	58,3
1 027	0,8	1 074	39,5	1 121	66,2	1 168	60
1 028	3,6	1 075	44,5	1 122	65,7	1 169	61,5
1 029	8,6	1 076	49,3	1 123	64,9	1 170	63,1
1 030	14,6	1 077	53,3	1 124	63,2	1 171	64,3
1 031	20	1 078	56,4	1 125	60,3	1 172	65,7
1 032	24,4	1 079	58,9	1 126	55,8	1 173	67,1
1 033	28,2	1 080	61,2	1 127	50,5	1 174	68,3
1 034	31,7	1 081	62,6	1 128	45,2	1 175	69,7
1 035	35	1 082	63	1 129	40,1	1 176	70,6
1 036	37,6	1 083	62,5	1 130	36,2	1 177	71,6
1 037	39,7	1 084	60,9	1 131	32,9	1 178	72,6
1 038	41,5	1 085	59,3	1 132	29,8	1 179	73,5
1 039	43,6	1 086	58,6	1 133	26,6	1 180	74,2
1 040	46	1 087	58,6	1 134	23	1 181	74,9
1 041	48,4	1 088	58,7	1 135	19,4	1 182	75,6
1 042	50,5	1 089	58,8	1 136	16,3	1 183	76,3
1 043	51,9	1 090	58,8	1 137	14,6	1 184	77,1
1 044	52,6	1 091	58,8	1 138	14,2	1 185	77,9
1 045	52,8	1 092	59,1	1 139	14,3	1 186	78,5
1 046	52,9	1 093	60,1	1 140	14,6	1 187	79
1 047	53,1	1 094	61,7	1 141	15,1	1 188	79,7
1 048	53,3	1 095	63	1 142	16,4	1 189	80,3
1 049	53,1	1 096	63,7	1 143	19,1	1 190	81
1 050	52,3	1 097	63,9	1 144	22,5	1 191	81,6
1 051	50,7	1 098	63,5	1 145	24,4	1 192	82,4
1 052	48,8	1 099	62,3	1 146	24,8	1 193	82,9
1 053	46,5	1 100	60,3	1 147	22,7	1 194	83,4
1 054	43,8	1 101	58,9	1 148	17,4	1 195	83,8
1 055	40,3	1 102	58,4	1 149	13,8	1 196	84,2
1 056	36	1 103	58,8	1 150	12	1 197	84,7
1 057	30,7	1 104	60,2	1 151	12	1 198	85,2
1 058	25,4	1 105	62,3	1 152	12	1 199	85,6
1 059	21	1 106	63,9	1 153	13,9	1 200	86,3
1 060	16,7	1 107	64,5	1 154	17,7	1 201	86,8
1 061	13,4	1 108	64,4	1 155	22,8	1 202	87,4
1 062	12	1 109	63,5	1 156	27,3	1 203	88
1 063	12,1	1 110	62	1 157	31,2	1 204	88,3
1 064	12,8	1 111	61,2	1 158	35,2	1 205	88,7
1 065	15,6	1 112	61,3	1 159	39,4	1 206	89
1 066	19,9	1 113	62,6	1 160	42,5	1 207	89,3
1 067	23,4	1 114	65,3	1 161	45,4	1 208	89,8
1 068	24,6	1 115	68	1 162	48,2	1 209	90,2
1 069	25,2	1 116	69,4	1 163	50,3	1 210	90,6

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 211	91	1 260	95,7	1 309	75,9	1 358	68,2
1 212	91,3	1 261	95,5	1 310	75,9	1 359	66,1
1 213	91,6	1 262	95,3	1 311	75,8	1 360	63,8
1 214	91,9	1 263	95,2	1 312	75,7	1 361	61,6
1 215	92,2	1 264	95	1 313	75,5	1 362	60,2
1 216	92,8	1 265	94,9	1 314	75,2	1 363	59,8
1 217	93,1	1 266	94,7	1 315	75	1 364	60,4
1 218	93,3	1 267	94,5	1 316	74,7	1 365	61,8
1 219	93,5	1 268	94,4	1 317	74,1	1 366	62,6
1 220	93,7	1 269	94,4	1 318	73,7	1 367	62,7
1 221	93,9	1 270	94,3	1 319	73,3	1 368	61,9
1 222	94	1 271	94,3	1 320	73,5	1 369	60
1 223	94,1	1 272	94,1	1 321	74	1 370	58,4
1 224	94,3	1 273	93,9	1 322	74,9	1 371	57,8
1 225	94,4	1 274	93,4	1 323	76,1	1 372	57,8
1 226	94,6	1 275	92,8	1 324	77,7	1 373	57,8
1 227	94,7	1 276	92	1 325	79,2	1 374	57,3
1 228	94,8	1 277	91,3	1 326	80,3	1 375	56,2
1 229	95	1 278	90,6	1 327	80,8	1 376	54,3
1 230	95,1	1 279	90	1 328	81	1 377	50,8
1 231	95,3	1 280	89,3	1 329	81	1 378	45,5
1 232	95,4	1 281	88,7	1 330	81	1 379	40,2
1 233	95,6	1 282	88,1	1 331	81	1 380	34,9
1 234	95,7	1 283	87,4	1 332	81	1 381	29,6
1 235	95,8	1 284	86,7	1 333	80,9	1 382	27,3
1 236	96	1 285	86	1 334	80,6	1 383	29,3
1 237	96,1	1 286	85,3	1 335	80,3	1 384	32,9
1 238	96,3	1 287	84,7	1 336	80	1 385	35,6
1 239	96,4	1 288	84,1	1 337	79,9	1 386	36,7
1 240	96,6	1 289	83,5	1 338	79,8	1 387	37,6
1 241	96,8	1 290	82,9	1 339	79,8	1 388	39,4
1 242	97	1 291	82,3	1 340	79,8	1 389	42,5
1 243	97,2	1 292	81,7	1 341	79,9	1 390	46,5
1 244	97,3	1 293	81,1	1 342	80	1 391	50,2
1 245	97,4	1 294	80,5	1 343	80,4	1 392	52,8
1 246	97,4	1 295	79,9	1 344	80,8	1 393	54,3
1 247	97,4	1 296	79,4	1 345	81,2	1 394	54,9
1 248	97,4	1 297	79,1	1 346	81,5	1 395	54,9
1 249	97,3	1 298	78,8	1 347	81,6	1 396	54,7
1 250	97,3	1 299	78,5	1 348	81,6	1 397	54,1
1 251	97,3	1 300	78,2	1 349	81,4	1 398	53,2
1 252	97,3	1 301	77,9	1 350	80,7	1 399	52,1
1 253	97,2	1 302	77,6	1 351	79,6	1 400	50,7
1 254	97,1	1 303	77,3	1 352	78,2	1 401	49,1
1 255	97	1 304	77	1 353	76,8	1 402	47,4
1 256	96,9	1 305	76,7	1 354	75,3	1 403	45,2
1 257	96,7	1 306	76	1 355	73,8	1 404	41,8
1 258	96,4	1 307	76	1 356	72,1	1 405	36,5
1 259	96,1	1 308	76	1 357	70,2	1 406	31,2

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 407	27,6	1 456	0				
1 408	26,9	1 457	0				
1 409	27,3	1 458	0				
1 410	27,5	1 459	0				
1 411	27,4	1 460	0				
1 412	27,1	1 461	0				
1 413	26,7	1 462	0				
1 414	26,8	1 463	0				
1 415	28,2	1 464	0				
1 416	31,1	1 465	0				
1 417	34,8	1 466	0				
1 418	38,4	1 467	0				
1 419	40,9	1 468	0				
1 420	41,7	1 469	0				
1 421	40,9	1 470	0				
1 422	38,3	1 471	0				
1 423	35,3	1 472	0				
1 424	34,3	1 473	0				
1 425	34,6	1 474	0				
1 426	36,3	1 475	0				
1 427	39,5	1 476	0				
1 428	41,8	1 477	0				
1 429	42,5						
1 430	41,9						
1 431	40,1						
1 432	36,6						
1 433	31,3						
1 434	26						
1 435	20,6						
1 436	19,1						
1 437	19,7						
1 438	21,1						
1 439	22						
1 440	22,1						
1 441	21,4						
1 442	19,6						
1 443	18,3						
1 444	18						
1 445	18,3						
1 446	18,5						
1 447	17,9						
1 448	15						
1 449	9,9						
1 450	4,6						
1 451	1,2						
1 452	0						
1 453	0						
1 454	0						
1 455	0						

Tableau A1/12  
Cycle WLTC, véhicules de la classe 3, phase Extra High<sub>3</sub>

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 478	0	1 525	72,5	1 572	120,7	1 619	113
1 479	2,2	1 526	70,8	1 573	121,8	1 620	114,1
1 480	4,4	1 527	68,6	1 574	122,6	1 621	115,1
1 481	6,3	1 528	66,2	1 575	123,2	1 622	115,9
1 482	7,9	1 529	64	1 576	123,6	1 623	116,5
1 483	9,2	1 530	62,2	1 577	123,7	1 624	116,7
1 484	10,4	1 531	60,9	1 578	123,6	1 625	116,6
1 485	11,5	1 532	60,2	1 579	123,3	1 626	116,2
1 486	12,9	1 533	60	1 580	123	1 627	115,2
1 487	14,7	1 534	60,4	1 581	122,5	1 628	113,8
1 488	17	1 535	61,4	1 582	122,1	1 629	112
1 489	19,8	1 536	63,2	1 583	121,5	1 630	110,1
1 490	23,1	1 537	65,6	1 584	120,8	1 631	108,3
1 491	26,7	1 538	68,4	1 585	120	1 632	107
1 492	30,5	1 539	71,6	1 586	119,1	1 633	106,1
1 493	34,1	1 540	74,9	1 587	118,1	1 634	105,8
1 494	37,5	1 541	78,4	1 588	117,1	1 635	105,7
1 495	40,6	1 542	81,8	1 589	116,2	1 636	105,7
1 496	43,3	1 543	84,9	1 590	115,5	1 637	105,6
1 497	45,7	1 544	87,4	1 591	114,9	1 638	105,3
1 498	47,7	1 545	89	1 592	114,5	1 639	104,9
1 499	49,3	1 546	90	1 593	114,1	1 640	104,4
1 500	50,5	1 547	90,6	1 594	113,9	1 641	104
1 501	51,3	1 548	91	1 595	113,7	1 642	103,8
1 502	52,1	1 549	91,5	1 596	113,3	1 643	103,9
1 503	52,7	1 550	92	1 597	112,9	1 644	104,4
1 504	53,4	1 551	92,7	1 598	112,2	1 645	105,1
1 505	54	1 552	93,4	1 599	111,4	1 646	106,1
1 506	54,5	1 553	94,2	1 600	110,5	1 647	107,2
1 507	55	1 554	94,9	1 601	109,5	1 648	108,5
1 508	55,6	1 555	95,7	1 602	108,5	1 649	109,9
1 509	56,3	1 556	96,6	1 603	107,7	1 650	111,3
1 510	57,2	1 557	97,7	1 604	107,1	1 651	112,7
1 511	58,5	1 558	98,9	1 605	106,6	1 652	113,9
1 512	60,2	1 559	100,4	1 606	106,4	1 653	115
1 513	62,3	1 560	102	1 607	106,2	1 654	116
1 514	64,7	1 561	103,6	1 608	106,2	1 655	116,8
1 515	67,1	1 562	105,2	1 609	106,2	1 656	117,6
1 516	69,2	1 563	106,8	1 610	106,4	1 657	118,4
1 517	70,7	1 564	108,5	1 611	106,5	1 658	119,2
1 518	71,9	1 565	110,2	1 612	106,8	1 659	120
1 519	72,7	1 566	111,9	1 613	107,2	1 660	120,8
1 520	73,4	1 567	113,7	1 614	107,8	1 661	121,6
1 521	73,8	1 568	115,3	1 615	108,5	1 662	122,3
1 522	74,1	1 569	116,8	1 616	109,4	1 663	123,1
1 523	74	1 570	118,2	1 617	110,5	1 664	123,8
1 524	73,6	1 571	119,5	1 618	111,7	1 665	124,4

<i>Temps en s</i>	<i>Vitesse en km/h</i>						
1 666	125	1 715	127,7	1 764	82		
1 667	125,4	1 716	128,1	1 765	81,3		
1 668	125,8	1 717	128,5	1 766	80,4		
1 669	126,1	1 718	129	1 767	79,1		
1 670	126,4	1 719	129,5	1 768	77,4		
1 671	126,6	1 720	130,1	1 769	75,1		
1 672	126,7	1 721	130,6	1 770	72,3		
1 673	126,8	1 722	131	1 771	69,1		
1 674	126,9	1 723	131,2	1 772	65,9		
1 675	126,9	1 724	131,3	1 773	62,7		
1 676	126,9	1 725	131,2	1 774	59,7		
1 677	126,8	1 726	130,7	1 775	57		
1 678	126,6	1 727	129,8	1 776	54,6		
1 679	126,3	1 728	128,4	1 777	52,2		
1 680	126	1 729	126,5	1 778	49,7		
1 681	125,7	1 730	124,1	1 779	46,8		
1 682	125,6	1 731	121,6	1 780	43,5		
1 683	125,6	1 732	119	1 781	39,9		
1 684	125,8	1 733	116,5	1 782	36,4		
1 685	126,2	1 734	114,1	1 783	33,2		
1 686	126,6	1 735	111,8	1 784	30,5		
1 687	127	1 736	109,5	1 785	28,3		
1 688	127,4	1 737	107,1	1 786	26,3		
1 689	127,6	1 738	104,8	1 787	24,4		
1 690	127,8	1 739	102,5	1 788	22,5		
1 691	127,9	1 740	100,4	1 789	20,5		
1 692	128	1 741	98,6	1 790	18,2		
1 693	128,1	1 742	97,2	1 791	15,5		
1 694	128,2	1 743	95,9	1 792	12,3		
1 695	128,3	1 744	94,8	1 793	8,7		
1 696	128,4	1 745	93,8	1 794	5,2		
1 697	128,5	1 746	92,8	1 795	0		
1 698	128,6	1 747	91,8	1 796	0		
1 699	128,6	1 748	91	1 797	0		
1 700	128,5	1 749	90,2	1 798	0		
1 701	128,3	1 750	89,6	1 799	0		
1 702	128,1	1 751	89,1	1 800	0		
1 703	127,9	1 752	88,6				
1 704	127,6	1 753	88,1				
1 705	127,4	1 754	87,6				
1 706	127,2	1 755	87,1				
1 707	127	1 756	86,6				
1 708	126,9	1 757	86,1				
1 709	126,8	1 758	85,5				
1 710	126,7	1 759	85				
1 711	126,8	1 760	84,4				
1 712	126,9	1 761	83,8				
1 713	127,1	1 762	83,2				
1 714	127,4	1 763	82,6				

## 7. Modification du cycle

## 7.1 Observations générales

Le cycle d'essai à appliquer dépend du rapport puissance nominale/masse à vide du véhicule d'essai, W/kg, et de sa vitesse maximale,  $v_{\max}$ .

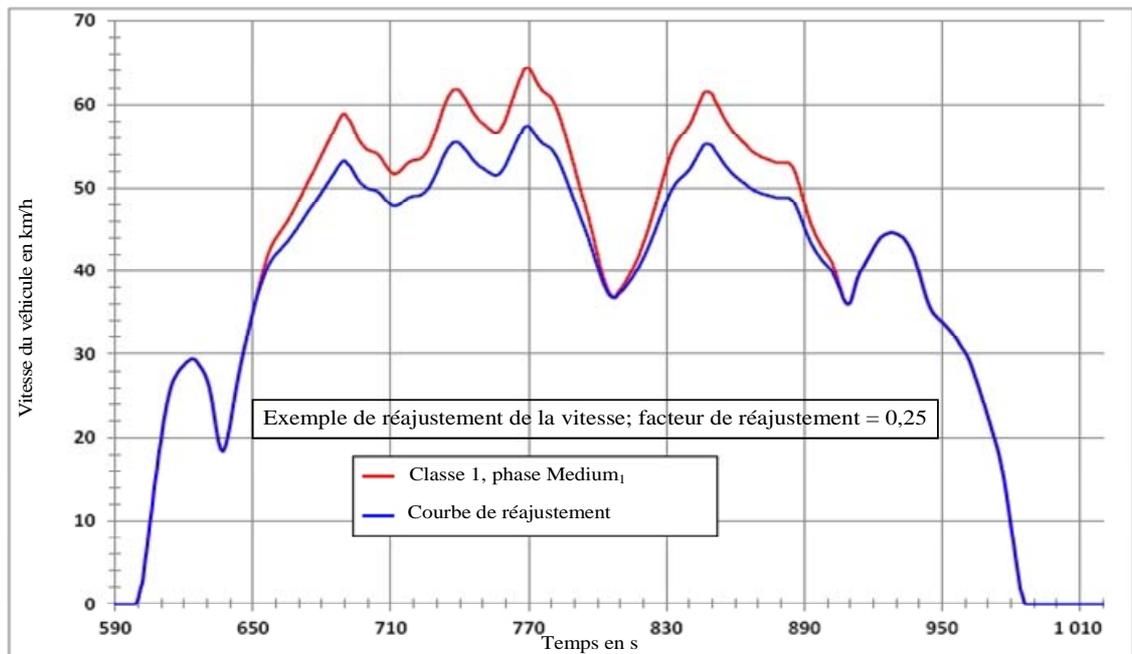
Des problèmes de conduite peuvent se poser pour les véhicules dont le rapport puissance/masse est proche de la limite entre la classe 2 et la classe 3 ou pour les véhicules de la classe 1 qui ont une très faible puissance.

Étant donné que ces problèmes sont dus principalement à des phases du cycle combinant une grande vitesse du véhicule et de fortes accélérations, plutôt qu'à la vitesse maximale dans le cycle, on a recours à un réajustement de la vitesse pour améliorer la conduite.

## 7.2 La méthode de modification du cycle par réajustement de la vitesse est présentée ci-après.

## 7.2.1 Procédure de réajustement de la vitesse pour les véhicules de la classe 1

Figure A1/13

**Réajustement de la vitesse durant la phase à vitesse moyenne du cycle WLTC pour les véhicules de la classe 1**

Pour le cycle applicable aux véhicules de la classe 1, la période de réajustement de la vitesse est la période comprise entre la seconde 651 et la seconde 906. Au cours de cette période, l'accélération dans le cycle original est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6} \quad (1)$$

Où:

$v_i$  est la vitesse du véhicule, en km/h;

$i$  est la période entre la seconde 651 et la seconde 906.

Le réajustement de la vitesse a lieu dans un premier temps durant la période comprise entre les secondes 651 et 848. La seconde 848 est l'instant auquel est atteinte la vitesse maximale de la phase à vitesse moyenne. La courbe de la vitesse réajustée est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$v_{dsc_{i+1}} = v_{dsc_i} + a_{orig_i} \times (1 - dsc\_factor) \times 3,6 \quad (2)$$

Où  $i = 651$  à  $848$ .

Pour  $i = 651$ ,  $v_{dsc_i} = v_{orig_i}$ .

Afin d'obtenir la vitesse originale du véhicule à la seconde 907, on détermine un facteur de correction pour la décélération à l'aide de l'équation suivante:

$$f_{corr\_dec} = \frac{v_{dsc\_848\_36,7}}{v_{orig\_848\_36,7}} \quad (3)$$

Où  $36,7$  km/h est la vitesse originale du véhicule à la seconde 907.

La vitesse réajustée du véhicule entre les secondes 849 et 906 est ensuite calculée au moyen de l'équation suivante:

$$v_{dsc_i} = v_{dsc_{i-1}} + a_{orig_{i-1}} \times f_{corr\_dec} \times 3,6 \quad (4)$$

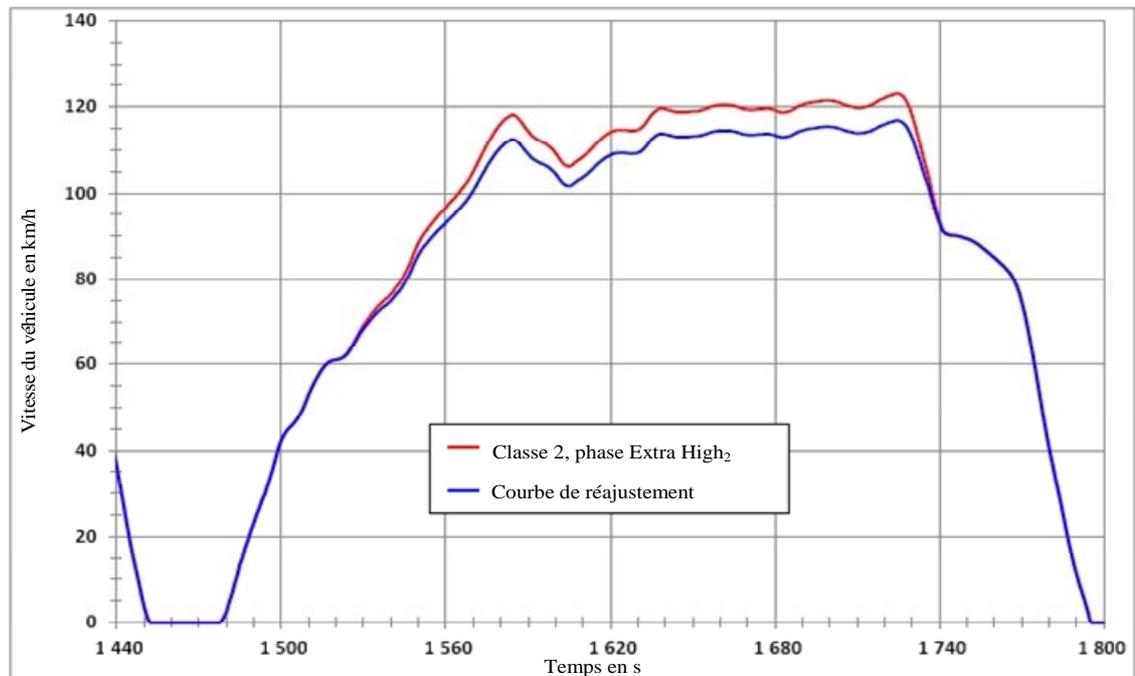
Où  $i = 849$  à  $906$ .

#### 7.2.2 Procédure de réajustement de la vitesse pour les véhicules de la classe 2

Sachant que les problèmes de conduite sont exclusivement liés aux phases à extra haute vitesse des cycles applicables aux véhicules des classes 2 et 3, le réajustement de la vitesse a lieu sur les parties de ces phases où se posent les problèmes (voir fig. A1/14).

Figure A1/14

#### Réajustement de la vitesse durant la phase à extra haute vitesse du cycle WLTC pour les véhicules de la classe 2



Pour le cycle applicable aux véhicules de la classe 2, la période de réajustement de la vitesse est la période comprise entre la seconde 1520 et la seconde 1742. Au cours de cette période, l'accélération dans le cycle original est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6} \quad (5)$$

Où:

$v_i$  est la vitesse du véhicule, en km/h;

$i$  est la période entre la seconde 1520 et la seconde 1742.

Le réajustement de la vitesse a lieu dans un premier temps durant la période comprise entre les secondes 1520 et 1724. La seconde 1724 est l'instant auquel est atteinte la vitesse maximale de la phase à extra haute vitesse. La courbe de la vitesse réajustée est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$v_{\text{dsc}_{i+1}} = v_{\text{dsc}_i} + a_{\text{orig}_i} \times (1 - \text{dsc\_factor}) \times 3,6 \quad (6)$$

Où  $i = 1\ 520$  à  $1\ 724$ .

Pour  $i = 1\ 520$ ,  $v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{orig}_i}$ .

Afin d'obtenir la vitesse originale du véhicule à la seconde 1743, on détermine un facteur de correction pour la décélération à l'aide de l'équation suivante:

$$f_{\text{corr\_dec}} = \frac{v_{\text{dsc}_{1725\_90,4}}}{v_{\text{orig}_{1725\_90,4}}} \quad (7)$$

Où 90,4 km/h est la vitesse originale du véhicule à la seconde 1743.

La vitesse réajustée du véhicule entre les secondes 1726 et 1742 est calculée au moyen de l'équation suivante:

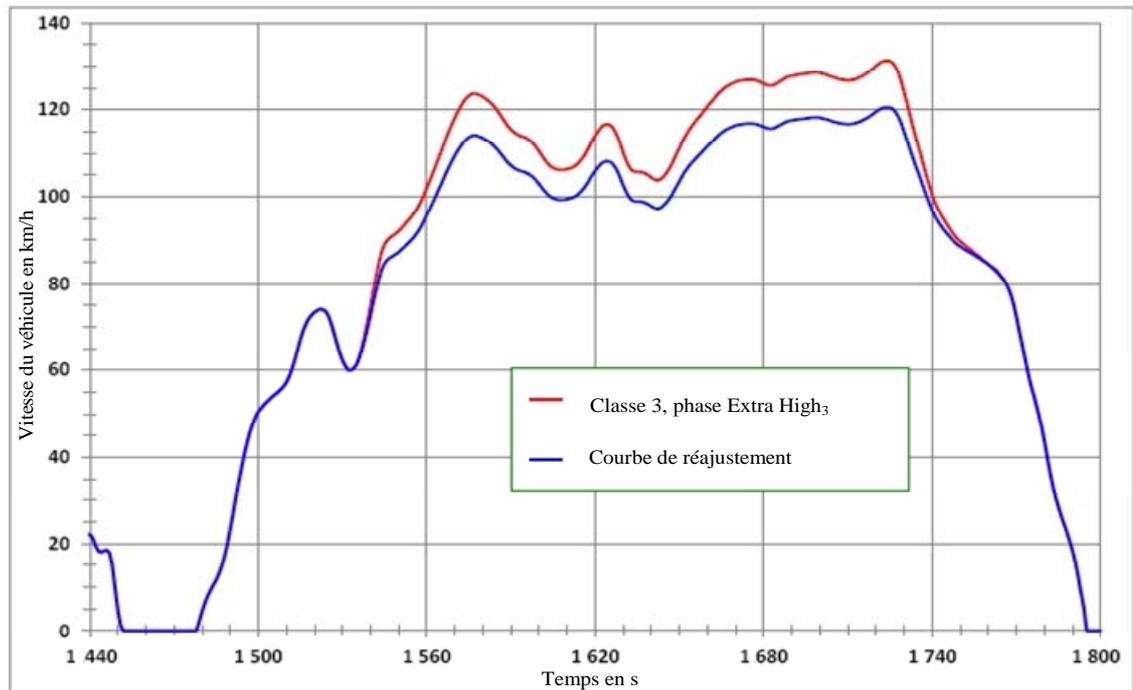
$$v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{dsc}_{i-1}} + a_{\text{orig}_{i-1}} \times f_{\text{corr\_dec}} \times 3,6 \quad (8)$$

Où  $i = 1726$  à  $1742$ .

### 7.2.3 Procédure de réajustement de la vitesse pour les véhicules de la classe 3

La figure A1/15 montre un exemple d'ajustement durant la phase à extra haute vitesse du cycle WLTC applicable aux véhicules de la classe 3.

Figure A1/15  
**Réajustement de la vitesse durant la phase à extra haute vitesse du cycle WLTC pour les véhicules de la classe 3**



Pour le cycle applicable aux véhicules de la classe 3, la période de réajustement de la vitesse est la période comprise entre la seconde 1533 et la seconde 1762. Au cours de cette période, l'accélération dans le cycle original est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$a_{\text{orig}_i} = \frac{v_{i+1} - v_i}{3,6} \quad (9)$$

Où:

$v_i$  est la vitesse du véhicule, en km/h;

$i$  est la période entre la seconde 1533 et la seconde 1762.

Le réajustement de la vitesse a lieu dans un premier temps durant la période comprise entre les secondes 1533 et 1724. La seconde 1724 est l'instant auquel est atteinte la vitesse maximale de la phase à extra haute vitesse. La courbe de la vitesse réajustée est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$v_{\text{dsc}_{i+1}} = v_{\text{dsc}_i} + a_{\text{orig}_i} \times (1 - \text{dsc\_factor}) \times 3,6 \quad (10)$$

Où  $i = 1533$  à  $1723$ .

Pour  $i = 1533$ ,  $v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{orig}_i}$ .

Afin d'obtenir la vitesse originale du véhicule à la seconde 1763, on détermine un facteur de correction pour la décélération à l'aide de l'équation suivante:

$$f_{\text{corr\_dec}} = \frac{V_{\text{dsc\_1724\_82,6}}}{V_{\text{orig\_1724\_82,6}}} \quad (11)$$

Où 82,6 km/h est la vitesse originale du véhicule à la seconde 1763.

La vitesse réajustée du véhicule entre les secondes 1725 et 1762 est calculée au moyen de l'équation suivante:

$$v_{\text{dsc}_i} = v_{\text{dsc}_{i-1}} + a_{\text{orig}_{i-1}} \times f_{\text{corr\_dec}} \times 3,6 \quad (12)$$

Où  $i = 1725$  à  $1762$ .

### 7.3

#### Détermination du facteur de réajustement

Le facteur de réajustement  $f_{\text{dsc}}$  est fonction du rapport  $r_{\text{max}}$  entre la puissance maximale requise durant les phases du cycle où s'appliquent le réajustement et la puissance nominale du véhicule ( $P_{\text{rated}}$ ).

La puissance maximale requise  $P_{\text{req,max},i}$ , exprimée en kW, est liée à un instant particulier  $i$  sur la courbe du cycle et est calculée à partir des coefficients de résistance à l'avancement  $f_0$ ,  $f_1$ , et  $f_2$  et de la masse d'essai TM comme suit:

$$P_{\text{req,max},i} = \frac{(f_0 \times v_i) + (f_1 \times v_i^2) + (f_2 \times v_i^3) + (1,1 \times TM \times v_i \times a_i)}{3\,600} \quad (13)$$

Où  $f_0$  est exprimé en N,  $f_1$  en N/(km/h),  $f_2$  en N/(km/h)<sup>2</sup> et TM en kg.

L'instant  $i$  du cycle auquel la puissance maximale est requise correspond à la seconde 764 pour la classe 1, 1574 pour la classe 2 et 1566 pour la classe 3.

Les vitesses  $v_i$  et les accélérations  $a_i$  correspondantes sont les suivantes:

$v_i = 64,4$  km/h et  $a_i = 0,22$  m/s<sup>2</sup> pour la classe 1;

$v_i = 109,9$  km/h et  $a_i = 0,36$  m/s<sup>2</sup> pour la classe 2;

$v_i = 111,9$  km/h et  $a_i = 0,50$  m/s<sup>2</sup> pour la classe 3.

Les coefficients de résistance à l'avancement  $f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  doivent être déterminés par mesure en roue libre ou au moyen d'une méthode équivalente.

$r_{\text{max}}$  est calculé comme suit:

$$r_{\text{max}} = \frac{P_{\text{req,max},i}}{P_{\text{rated}}} \quad (14)$$

Le facteur de réajustement  $f_{\text{dsc}}$  est calculé à l'aide des équations ci-après:

Si  $r_{\text{max}} < r_0$ ,  $f_{\text{dsc}} = 0$

Si  $r_{\text{max}} \geq r_0$ ,  $f_{\text{dsc}} = a_1 \times r_{\text{max}} + b_1 \quad (15)$

[Réservé: Le paramètre et les coefficients  $r_0$ ,  $a_1$  et  $b_1$  sont les suivants:

Classe 1  $r_0 = 1,0$ ,  $a_1 = 0,54$ ,  $b_1 = -0,54$ ;

- Classe 2 Dans le cas des véhicules pour lesquels  $v_{\max} > 105$  km/h,  $r_0 = 1,0$ ,  $a_1 = 0,6$ ,  $b_1 = -0,6$ . Il n'y a pas de réajustement pour les véhicules pour lesquels  $v_{\max} \leq 105$  km/h;
- Classe 3 Dans le cas des véhicules pour lesquels  $v_{\max} > 112$  km/h,  $r_0 = 1,0$ ,  $a_1 = 0,65$ ,  $b_1 = -0,65$ ; pour les véhicules pour lesquels  $v_{\max} \leq 112$  km/h,  $r_0 = 1,3$ ,  $a_1 = 0,65$ ,  $b_1 = -0,65$ .

La valeur  $f_{\text{dsc}}$  obtenue est arrondie à une décimale après la virgule et s'applique uniquement si elle dépasse 1 %].

#### 7.4

##### Prescriptions additionnelles

Dans le cas où un véhicule est soumis à essai dans différentes configurations en termes de masse d'essai et de coefficients de résistance à l'avancement, on utilise le véhicule L pour déterminer le facteur de réajustement et le cycle réajusté obtenu est utilisé pour toutes les mesures.

Si la vitesse maximale du véhicule est inférieure à la vitesse maximale du cycle réajusté, le véhicule doit être conduit à sa vitesse maximale durant les périodes du cycle où la vitesse est supérieure à la vitesse maximale du véhicule.

Si le véhicule ne peut pas suivre la courbe de vitesse du cycle réajusté en respectant les tolérances pour certaines périodes, il convient de le conduire avec l'accélérateur à fond de course durant ces périodes. Les écarts par rapport à la courbe sont ignorés dans ce cas.

## Annexe 2

### Sélection des rapports et détermination du point de changement de rapports pour les véhicules équipés d'une transmission manuelle

1. Remarques générales
  - 1.1 Les procédures de changement de rapports exposées ci-après s'appliquent aux véhicules équipés d'une transmission manuelle ou semi-automatique.
  - 1.2 Les rapports et les points de changement de rapports prescrits sont fondés sur l'équilibre entre la puissance nécessaire pour surmonter la résistance à l'avancement et obtenir une accélération, et la puissance fournie par le moteur sur tous les rapports possibles durant une phase donnée du cycle.
  - 1.3 Le calcul visant à déterminer les rapports à utiliser doit s'effectuer sur la base de régimes moteur normalisés (normalisés sur la plage entre le régime du ralenti et le régime nominal du moteur) et de courbes de puissance à pleine charge normalisées (normalisées selon la puissance nominale) par comparaison avec le régime moteur normalisé.

#### 2. Données requises

Les données ci-après sont nécessaires aux fins du calcul des rapports à utiliser lors de l'exécution du cycle d'essai sur un banc à rouleaux:

- a)  $P_{\text{rated}}$ , la puissance maximale du moteur annoncée par le constructeur;
- b)  $s$ , le régime nominal du moteur auquel ce dernier développe sa puissance maximale. Si la puissance maximale est développée sur une plage de régime moteur,  $s$  correspond à la valeur moyenne de la plage;
- c)  $n_{\text{idle}}$ , le régime du ralenti, tel qu'il est défini à l'annexe 1 du Règlement n° 83;
- d)  $n_{\text{gmax}}$ , le nombre de rapports en marche avant;
- e)  $n_{\text{min drive}}$ , le régime moteur minimal pour les rapports  $i > 2$  lorsque le véhicule est en mouvement. La valeur minimale est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$n_{\text{min drive}} = n_{\text{idle}} + 0,125 \times (s - n_{\text{idle}}) \quad (1)$$

Une valeur supérieure peut être utilisée si le constructeur en fait la demande;

- f)  $ndv_i$ , le rapport obtenu en divisant  $n$  en  $\text{min}^{-1}$  par  $v$  en km/h pour chaque rapport  $i$ ,  $i = 1$  à  $n_{\text{gmax}}$ ;
- g)  $TM$ , la masse d'essai du véhicule, en kg;
- h)  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ , les coefficients de résistance à l'avancement tels qu'ils sont définis à l'annexe 4, exprimés respectivement en N, N/(km/h) et N/(km/h)<sup>2</sup>;

- i)  $\frac{P_{\text{wot}}(n_{\text{norm}})}{P_{\text{rated}}}$ , la courbe de puissance à pleine charge, normalisée selon la puissance nominale et (le régime nominal du moteur – le régime du ralenti), où  $n_{\text{norm}} = \frac{n - n_{\text{idle}}}{s - n_{\text{idle}}}$ .

### 3. Calculs pour la puissance requise, les régimes moteur, la puissance disponible et le rapport pouvant être utilisé

#### 3.1 Calcul de la puissance requise

Pour chaque seconde  $j$  sur la courbe du cycle, la puissance requise afin de surmonter la résistance à l'avancement et d'accélérer est calculée au moyen de l'équation suivante:

$$P_{\text{required},j} = \left( \frac{f_0 \times v_j + f_1 \times v_j^2 + f_2 \times v_j^3}{3\,600} \right) + \frac{kr \times a_j \times v_j \times TM}{3\,600} \quad (2)$$

Où:

$f_0$  est le coefficient de résistance à l'avancement, en N;

$f_1$  est le paramètre de résistance à l'avancement selon la vitesse, en N/(km/h);

$f_2$  est le paramètre de résistance à l'avancement selon le carré de la vitesse, en N/(km/h)<sup>2</sup>;

$P_{\text{required},j}$  est la puissance requise en kW à la seconde  $j$ ;

$v_j$  est la vitesse du véhicule à la seconde  $j$ , en km/h;

$a_j$  est l'accélération du véhicule à la seconde  $j$ , en m/s<sup>2</sup>,  
 $a_j = \frac{(v_{j+1} - v_j)}{3,6}$ ;

TM est la masse d'essai du véhicule, en kg;

kr est un facteur qui permet de prendre en compte la résistance inertielle du groupe motopropulseur durant l'accélération; sa valeur est fixée à 1,1.

#### 3.2 Détermination des régimes moteur

Pour chaque  $v_j \leq 1$  km/h, le régime moteur est amené à  $n_{\text{idle}}$  et la commande de la boîte de vitesses est placée au point mort, moteur embrayé.

Pour chaque  $v_j \geq 1$  km/h sur la courbe du cycle et chaque rapport  $i$ ,  $i = 1$  à  $n_{g_{\text{max}}}$ , le régime moteur  $n_{i,j}$  est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$n_{i,j} = n d v_i \times v_j \quad (3)$$

Tous les rapports  $i$  pour lesquels  $n_{\text{min}} \leq n_{i,j} \leq n_{\text{max}}$  sont des rapports qui peuvent être utilisés pour exécuter le cycle à  $v_j$ .

Si  $i > 2$ ,

$$n_{\text{max}} = 1,2 \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}}$$

$$n_{\text{min}} = n_{\text{min drive}} ;$$

Si  $i = 2$  et  $ndv_2 \times v_j \geq 0,9 \times n_{idle}$ ,

$$n_{min} = \max(1,15 \times n_{idle}, 0,03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle});$$

Si  $ndv_2 \times v_j < \max(1,15 \times n_{idle}, 0,03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle})$ , le moteur doit être débrayé.

Si  $i = 1$ ,

$$n_{min} = n_{idle}.$$

### 3.3 Calcul de la puissance disponible

La puissance disponible pour chaque rapport  $i$  possible et chaque vitesse  $v_j$  sur la courbe du cycle est calculée au moyen de l'équation ci-après:

$$P_{available\_i,j} = P_{norm\_wot} \times (n_{norm\ i,j}) \times P_n \times SM \quad (4)$$

Où:  $n_{norm\ i,j} = \frac{(ndv_i \times v_j - n_{idle})}{s - n_{idle}}$  et:

$P_{rated}$  est la puissance nominale, en kW;

$P_{norm\_wot}$  est le pourcentage de puissance nominale disponible à  $n_{norm\ i,j}$  à pleine charge, compte tenu de la courbe de puissance à pleine charge normalisée;

$SM$  est une marge de sécurité du fait de l'écart entre la courbe de puissance à pleine charge à l'état stationnaire et la puissance disponible durant les périodes transitoires. La marge  $SM$  est fixée à 0,9;

$n_{idle}$  est le régime de ralenti, en  $min^{-1}$ ;

$s$  est le régime nominal du moteur.

### 3.4 Détermination des rapports pouvant être utilisés

Les rapports qu'il est possible d'utiliser dépendent des conditions suivantes:

a)  $n_{min} \leq n_{i,j} \leq n_{max}$  ;

b)  $P_{available\_i,j} \geq P_{required,j}$  .

Le rapport initial à utiliser pour chaque seconde  $j$  sur la courbe du cycle est le rapport final maximal  $i_{max}$ . Si le véhicule est à l'arrêt, seul le premier rapport peut être utilisé.

## 4. Prescriptions additionnelles relatives aux corrections et/ou modifications à apporter à l'utilisation des rapports

La sélection faite pour le rapport initial doit être contrôlée et modifiée de façon à éviter des changements de rapport trop fréquents et à faciliter la conduite.

Les corrections et les modifications doivent être apportées en tenant compte des prescriptions ci-après:

- a) Le premier rapport doit être sélectionné 1 s avant le commencement d'une phase d'accélération à partir de la position d'arrêt, moteur débrayé. Les vitesses inférieures à 1 km/h impliquent que le véhicule est à l'arrêt;
- [b) Durant les phases d'accélération, aucun rapport ne doit être sauté. Les apports utilisés lors des accélérations et des décélérations doivent l'être durant 3 s au minimum (par exemple, la séquence de rapports 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3 doit être remplacée par la séquence 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3);]
- [c) Durant les phases de décélération, il est permis de sauter des rapports. Durant la dernière phase d'une décélération menant à un arrêt, il est permis de débrayer ou bien de placer la commande de la boîte de vitesses au point mort, sans débrayer;]
- d) Aucun changement de rapports ne doit avoir lieu durant la transition entre une phase d'accélération et une phase de décélération. Par exemple, si  $v_j < v_{j+1} > v_{j+2}$  et si le rapport pour la période  $j$  et  $j+1$  est  $i$ , le rapport  $i$  est également conservé pour la période  $j+2$ , même si le rapport initial pour  $j+2$  devrait être  $i+1$ ;
- e) Si un rapport  $i$  est utilisé pour une période de 1 à 5 s et si le rapport précédant cette période est le même que le rapport qui la suit, par exemple  $i-1$ , le rapport utilisé pour ladite période doit être remplacé par  $i-1$ ;

Exemple:

- i) La séquence  $i-1, i, i-1$  est remplacée par  $i-1, i-1, i-1$ ;
- ii) La séquence  $i-1, i, i, i-1$  est remplacée par  $i-1, i-1, i-1, i-1$ ;
- iii) La séquence  $i-1, i, i, i, i-1$  est remplacée par  $i-1, i-1, i-1, i-1, i-1$ ;
- iv) La séquence  $i-1, i, i, i, i, i-1$  est remplacée par  $i-1, i-1, i-1, i-1, i-1$ ;
- v) La séquence  $i-1, i, i, i, i, i, i-1$  est remplacée par  $i-1, i-1, i-1, i-1, i-1, i-1$ ;

Dans les cas i) à v), la condition  $g_{\min} \leq i$  doit être remplie;

- f) La séquence  $i, i-1, i$  est remplacée par  $i, i, i$  si les conditions suivantes sont remplies:
  - i) Le régime moteur ne descend pas sous  $n_{\min}$  ;
  - ii) La séquence ne se produit pas plus de quatre fois pour chacune des phases basse, moyenne et haute, et pas plus de trois fois pour la phase extra haute;

La condition ii) s'impose parce que la puissance disponible passe sous la puissance requise lorsque le rapport  $i-1$  est remplacé par  $i$  ;

- g) Si, lors d'une phase d'accélération, un rapport inférieur est nécessaire à une vitesse supérieure du véhicule, les rapports supérieurs qui précèdent doivent être ramenés au rapport inférieur dans le cas où ce dernier est requis durant 2 s au moins.

Exemple:  $v_j < v_{j+1} < v_{j+2} < v_{j+3} < v_{j+4} < v_{j+5} < v_{j+6}$ .

La séquence de rapports calculée initialement est 2, 3, 3, 3, 2, 2, 3.  
Elle est alors remplacée par la séquence 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3.

Comme les modifications ci-dessus peuvent se traduire par de nouvelles séquences de rapports qui ne sont pas compatibles avec les prescriptions, il convient de vérifier les séquences deux fois.

## Annexe 3

### Carburants de référence

1. Sachant que les spécifications des carburants du marché varient d'une région à une autre, il est logique qu'il existe des carburants de référence différents selon les régions. Des carburants de référence sont cependant nécessaires dans le présent RTM aux fins du calcul des émissions d'hydrocarbures et de la consommation de carburant. On trouvera donc ci-après des carburants de référence présentés à titre d'exemple.
2. Il est recommandé que les Parties contractantes choisissent leurs carburants de référence sur la base de la présente annexe et introduisent par amendement des modifications ou d'autres choix convenus à l'échelon régional. Les Parties contractantes conservent le droit de définir leurs propres carburants de référence en fonction des spécifications des carburants proposés sur le marché local.
3. Carburants liquides pour moteurs à allumage commandé
  - 3.1 Essence (indice d'octane recherche nominal 90, E0)

Tableau A3/1

#### Essence (indice d'octane recherche nominal 90, E0)

Propriété du carburant/Composé	Unité	Norme		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherche (IOR)		90	92	JIS K2280
Indice d'octane moteur (IOM)		80	82	JIS K2280
Densité	g/cm <sup>3</sup>	0,720	0,734	JIS K2249
Pression de vapeur	kPa	56	60	JIS K2258
Distillation:				
• température de distillation à 10 %	K (°C)	318 (45)	328 (55)	JIS K2254
• température de distillation à 50 %	K (°C)	363 (90)	373 (100)	JIS K2254
• température de distillation à 90 %	K (°C)	413 (140)	443 (170)	JIS K2254
• point d'ébullition final	K (°C)		488 (215)	JIS K2254
• oléfines	% vol.	15	25	JIS K2536-1 JIS K2536-2
• aromatiques	% vol.	20	45	JIS K2536-1 JIS K2536-2 JIS K2536-3
• benzène	% vol.		1,0	JIS K2536-2 JIS K2536-3 JIS K2536-4
Teneur en oxygène		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-6

<i>Propriété du carburant/Composé</i>	<i>Unité</i>	<i>Norme</i>		<i>Méthode d'essai</i>
		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	
Gomme existante	mg/100 ml		5	JIS K2261
Teneur en soufre	ppm en poids		10	JIS K2541-1 JIS K2541-2 JIS K2541-6 JIS K2541-7
Teneur en plomb		à ignorer		JIS K2255
Éthanol		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-6
Méthanol		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-5 JIS K2536-6
MTBE		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-5 JIS K2536-6
Kérosène		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4

## 3.2 Essence (indice d'octane recherche nominal 91, E0)

Tableau A3/2

**Essence (indice d'octane recherche nominal 91, E0)**

Propriété du carburant/Composé	Unité		Norme		Méthode d'essai
			Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherche (IOR)			91	94	KS M 2039
Pression de vapeur	kPa	Hiver	44	60	KS M ISO 3007
		Été	44	96	
Distillation:					
• température de distillation à 10 %	°C		-	70	ASTM D86
• température de distillation à 50 %	°C		-	125	ASTM D86
• température de distillation à 90 %	°C		-	170	ASTM D86
• point d'ébullition final	°C		-	225	ASTM D86
Résidus	% v/v		-	2,0	ASTM D86
Teneur en eau	% vol.		-	0,01	KS M 2115
• oléfines <sup>(1)</sup>	% vol.		-	16 à 19	KS M 2085; ASTM D6296, D6293 et D6839
• aromatiques <sup>(2)</sup>	% vol.		-	21 ou 24	KS M 2407; ASTM D3606, D5580, D6293 et D6839; PIONA
• benzène	% vol.		-	0,7	KS M 2407; ASTM D3606, D5580, D6293 et D6839; PIONA
Teneur en oxygène	% poids		-	2,3	KS M 2408; ASTM D4815 et D6839
Gomme non lavée	mg/100 ml		-	5	KS M 2041
Teneur en soufre	ppm en poids		-	10	KS M 2027; ASTM D5453
Teneur en plomb	mg/l		-	13	KS M 2402; ASTM D3237
Teneur en phosphore	mg/l		-	1,3	KS M 2403; ASTM D3231
Méthanol	% poids		-	0,01	KS M 2408
Stabilité à l'oxydation	min.		480	-	KS M 2043
Corrosion du cuivre	50 °C, 3 h		-	1	KS M 2018
Couleur	Jaune		-	-	Essai de perception

(1) La somme des oléfines et des aromatiques ne doit pas dépasser 40 %.

(2) La somme des oléfines et des aromatiques ne doit pas dépasser 40 %.

## 3.3 Essence (indice d'octane recherche nominal 100, E0)

Tableau A3/3

**Essence (indice d'octane recherche nominal 100, E0)**

<i>Propriété du carburant/Composé</i>	<i>Unité</i>	<i>Norme</i>		<i>Méthode d'essai</i>
		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	
Indice d'octane recherche (IOR)		99	101	JIS K2280
Indice d'octane moteur (IOM)		86	88	JIS K2280
Densité	g/cm <sup>3</sup>	0,740	0,754	JIS K2249
Pression de vapeur	kPa	56	60	JIS K2258
Distillation:				
• température de distillation à 10 %	K (°C)	318 (45)	328 (55)	JIS K2254
• température de distillation à 50 %	K (°C)	363 (90)	373 (100)	JIS K2254
• température de distillation à 90 %	K (°C)	413 (140)	443 (170)	JIS K2254
• point d'ébullition final	K (°C)		488 (215)	JIS K2254
• oléfines	% vol.	15	25	JIS K2536-1 JIS K2536-2
• aromatiques	% vol.	20	45	JIS K2536-1 JIS K2536-2 JIS K2536-3
• benzène	% vol.		1,0	JIS K2536-2 JIS K2536-3 JIS K2536-4
Teneur en oxygène		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-6
Gomme existante	mg/100 ml		5	JIS K2261
Teneur en soufre	ppm en poids		10	JIS K2541-1 JIS K2541-2 JIS K2541-6 JIS K2541-7
Teneur en plomb		à ignorer		JIS K2255
Éthanol		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-6
Méthanol		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-5 JIS K2536-6
MTBE		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4 JIS K2536-5 JIS K2536-6
Kérosène		à ignorer		JIS K2536-2 JIS K2536-4

## 3.4 Essence (indice d'octane recherche nominal 94, E0)

Tableau A3/4

**Essence (indice d'octane recherche nominal 94, E0)**

Propriété du carburant/Composé	Unité		Norme		Méthode d'essai
			Minimum	Maximum	
Indice d'octane recherche (IOR)			94	-	KS M 2039
Pression de vapeur	kPa	Hiver	44	60	KS M ISO 3007
		Été	44	96	
Distillation:					
• température de distillation à 10 %	°C		-	70	ASTM D86
• température de distillation à 50 %	°C		-	125	ASTM D86
• température de distillation à 90 %	°C		-	170	ASTM D86
• point d'ébullition final	°C		-	225	ASTM D86
Résidus	% v/v			2,0	ASTM D86
Teneur en eau	% vol.			0,01	KS M 2115
• oléfines <sup>(1)</sup>	% vol.			16 à 19	KS M 2085; ASTM D6296, D6293 et D6839
• aromatiques <sup>(2)</sup>	% vol.			21 à 24	KS M 2407; ASTM D3606, D5580, D6293 et D6839; PIONA
• benzène	% vol.			0,7	KS M 2407; ASTM D3606, D5580, D6293 et D6839; PIONA
Teneur en oxygène	% poids			2,3	KS M 2408; ASTM D4815 et D6839
Gomme non lavée	mg/100 ml			5	KS M 2041
Teneur en soufre	ppm en poids			10	KS M 2027; ASTM D5453
Teneur en plomb	mg/l			13	KS M 2402; ASTM D3237
Teneur en phosphore	mg/l			1,3	KS M 2403; ASTM D3231
Méthanol	% poids			0,01	KS M 2408
Stabilité à l'oxydation	min.		480	-	KS M 2043
Corrosion du cuivre	50 °C, 3 h			1	KS M 2018
Couleur	Vert		-	-	Essai de perception

<sup>(1)</sup> La somme des oléfines et des aromatiques ne doit pas dépasser 40 %.<sup>(2)</sup> La somme des oléfines et des aromatiques ne doit pas dépasser 40 %.

## 3.5 Essence (indice d'octane recherche nominal 95, E5)

Tableau A3/5

**Essence (indice d'octane recherche nominal 95, E5)**

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai
		Minimale	Maximale	
Indice d'octane recherche (IOR)		95,0		EN 25164 prEN ISO 5164
Indice d'octane moteur (IOM)		85,0		EN 25163 prEN ISO 5163
Densité à 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	743	756	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Pression de vapeur	kPa	56,0	60,0	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en eau	% v/v		0,015	ASTM E 1064
Distillation:				
• évaporé à 70 °C	% v/v	24,0	44,0	EN-ISO 3405
• évaporé à 100 °C	% v/v	48,0	60,0	EN-ISO 3405
• évaporé à 150 °C	% v/v	82,0	90,0	EN-ISO 3405
• point d'ébullition final	°C	190	210	EN-ISO 3405
Résidus	% v/v		2,0	EN-ISO 3405
Analyse des hydrocarbures:				
• oléfines	% v/v	3,0	13,0	ASTM D 1319
• aromatiques	% v/v	29,0	35,0	ASTM D 1319
• benzène	% v/v		1,0	EN 12177
• saturés	% v/v	Valeur déclarée		ASTM D 1319
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		
Période d'induction <sup>(2)</sup>	min.	480		EN-ISO 7536
Teneur en oxygène <sup>(3)</sup>	% m/m	Valeur déclarée		EN 1601
Gomme existante	mg/ml		0,04	EN-ISO 6246
Teneur en soufre <sup>(4)</sup>	mg/kg		10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Corrosion du cuivre			Classe 1	EN-ISO 2160
Teneur en plomb	mg/l		5	EN 237
Teneur en phosphore <sup>(5)</sup>	mg/l		1,3	ASTM D 3231
Éthanol <sup>(3)</sup>	% v/v	4,7	5,3	EN 1601 EN 13132

<sup>(1)</sup> Les valeurs mentionnées 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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est de 4R (R = reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier qu'un carburant est conforme aux spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

<sup>(2)</sup> 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 doit cependant pas y être ajouté d'additifs détergents ou dispersants ni d'huiles solvantes.

<sup>(3)</sup> Le seul oxygénant pouvant être ajouté délibérément au carburant de référence est l'éthanol conforme à la spécification EN 15376.

<sup>(4)</sup> Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais de type 1.

<sup>(5)</sup> Aucun composant contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb ne doit être ajouté délibérément au carburant de référence.

### 3.6 Essence (indice d'octane recherche nominal 95, E10)

Tableau A3/6

#### Essence (indice d'octane recherche nominal 95, E10)

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai <sup>(2)</sup>
		Minimale	Maximale	
Indice d'octane recherche (IOR) <sup>(3)</sup>		95,0	98,0	EN ISO 5164
Indice d'octane moteur (IOM) <sup>(3)</sup>		85,0		EN ISO 5163
Densité à 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	743	756	EN ISO 12185
Pression de vapeur	kPa	56,0	60,0	EN 13016-1
Teneur en eau	% v/v	0,05 max. Apparence à -7 °C: limpide et brillante		EN 12937
Distillation:				
• évaporé à 70 °C	% v/v	34,0	44,0	EN-ISO 3405
• évaporé à 100 °C	% v/v	54,0	60,0	EN-ISO 3405
• évaporé à 150 °C	% v/v	86,0	90,0	EN-ISO 3405
• point d'ébullition final	°C	170	210	EN-ISO 3405
Résidus	% v/v		2,0	EN-ISO 3405
Analyse des hydrocarbures:				
• oléfines	% v/v	6,0	13,0	
• aromatiques	% v/v	25,0	35,0	EN 22854
• benzène	% v/v		1,0	EN 22854 EN 238
• saturés	% v/v	Valeur déclarée		EN 22854
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		
Période d'induction <sup>(4)</sup>	min.	480		EN-ISO 7536
Teneur en oxygène <sup>(5)</sup>	% m/m	3,3	3,7	EN 22854

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai <sup>(2)</sup>
		Minimale	Maximale	
Gomme nettoyée avec un solvant (gomme existante)	mg/100 ml		4	EN-ISO 6246
Teneur en soufre <sup>(6)</sup>	mg/kg		10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Corrosion du cuivre			Classe 1	EN-ISO 2160
Teneur en plomb	mg/l		5	EN 237
Teneur en phosphore <sup>(7)</sup>	mg/l		1,3	ASTM D 3231
Éthanol <sup>(5)</sup>	% v/v	9,0	10,0	EN 22854

<sup>(1)</sup> Les valeurs mentionnées 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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est de 4R (R = reproductibilité).

Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier qu'un carburant est conforme aux spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

<sup>(2)</sup> Des méthodes EN/ISO équivalentes seront adoptées dès leur publication pour les paramètres ci-dessus.

<sup>(3)</sup> Pour l'indice d'octane moteur et l'indice d'octane recherche, le facteur de correction 0,2 doit être soustrait aux fins du calcul du résultat final conformément à la norme EN 228:2008.

<sup>(4)</sup> 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 doit cependant pas y être ajouté d'additifs détergents ou dispersants ni d'huiles solvantes.

<sup>(5)</sup> Le seul oxygénant pouvant être ajouté délibérément au carburant de référence est l'éthanol. L'éthanol employé doit être conforme à la norme EN 15376.

<sup>(6)</sup> Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais de type 1.

<sup>(7)</sup> Aucun composant contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb ne doit être ajouté délibérément au carburant de référence.

## 3.7 Éthanol (indice d'octane recherche nominal 95, E85)

Tableau A3/7

**Éthanol (indice d'octane recherche nominal 95, E85)**

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai <sup>(2)</sup>
		Minimale	Maximale	
Indice d'octane recherche (IOR)		95,0		EN ISO 5164
Indice d'octane moteur (IOM)		85		EN ISO 5163
Densité à 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	Valeur déclarée		ISO 3675
Pression de vapeur	kPa	40	60	EN ISO 13016-1 (DVPE)
Teneur en soufre <sup>(3), (4)</sup>	mg/kg		10	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Stabilité à l'oxydation	min.	360		EN ISO 7536
Gomme existante (nettoyage avec un solvant)	mg/100 ml		5	EN-ISO 6246
Apparence: Elle est déterminée à température ambiante ou à 15 °C si celle-ci est supérieure.		Limpide et brillant, visiblement non contaminé par des matières en suspension ou des précipitations		Inspection visuelle
Éthanol et alcools supérieurs <sup>(7)</sup>	% v/v	83	85	EN 1601 EN 13132 EN 14517
Alcools supérieurs (C3-C8)	% v/v		2	
Méthanol	% v/v		0,5	
Essence <sup>(5)</sup>	% v/v	Reste		EN 228
Phosphore	mg/l	0,3 <sup>(6)</sup>		ASTM D 3231
Teneur en eau	% v/v		0,3	ASTM E 1064
Teneur en chlorures inorganiques	mg/l		1	ISO 6227
pHe		6,5	9	ASTM D 6423
Corrosion sur lame de cuivre (3 h à 50 °C)	Évaluation	Classe 1		EN ISO 2160
Acidité (acide acétique CH <sub>3</sub> COOH)	% (m/m) mg/l		0,005-40	ASTM D 1613
Rapport carbone/hydrogène		Valeur déclarée		
Rapport carbone/oxygène		Valeur déclarée		

<sup>(1)</sup> Les valeurs mentionnées 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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est de 4R (R = reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier qu'un carburant est conforme aux spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

<sup>(2)</sup> En cas de différend, il convient de recourir aux procédures de règlement des différends et d'interprétation des résultats fondées sur la précision de la méthode d'essai, décrites dans la norme EN ISO 4259.

<sup>(3)</sup> En cas de différend national concernant la teneur en soufre, les normes EN ISO 20846 ou EN ISO 20884 sont invoquées de manière similaire à la référence dans l'annexe de la norme EN 228.

<sup>(4)</sup> Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais de type 1.

<sup>(5)</sup> La teneur en essence sans plomb peut être déterminée comme 100 moins la somme de la teneur en pourcentage d'eau et d'alcools.

<sup>(6)</sup> Aucun composant contenant du phosphore, du fer, du manganèse ou du plomb ne doit être ajouté délibérément au carburant de référence.

<sup>(7)</sup> Le seul oxygénant pouvant être ajouté délibérément au carburant de référence est l'éthanol conforme à la spécification EN 15376.

#### 4. Carburants gazeux pour moteurs à allumage commandé

##### 4.1 GPL (A et B)

Tableau A3/8

#### GPL (A et B)

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Carburant J	Carburant K	Méthode d'essai
Composition:						ISO 7941
Teneur en C3	% vol.	30 ± 2	85 ± 2		Hiver: min. 15, max. 35 Été: max. 10	KS M ISO 7941
Teneur en propane et en propylène	% mol			min. 20, max. 30		JIS K2240
Teneur en C4	% vol.	Reste			Hiver: min. 60, Été: min. 85	KS M ISO 7941
Teneur en butane et en butylène				min. 70, max. 80		JIS K2240
Butadiène					max. 0,5	KS M ISO 7941
<C3, >C4	% vol.	max. 2	max. 2			
Oléfines	% vol.	max. 12	max. 15			
Résidu d'évaporation	mg/kg	max. 50	max. 50			prEN 15470
Résidu d'évaporation (100 ml)	ml	-			0,05	ASTM D2158
Eau à 0 °C		Néant				prEN 15469
Teneur totale en soufre	mg/kg	max. 10	max. 10			ASTM D 6667
					max. 40	KS M 2150; ASTM D4486 et ASTM D5504
Sulfure d'hydrogène		Néant	Néant			ISO 8819
Corrosion sur lame de cuivre	Évaluation	Classe 1	Classe 1			ISO 6251 <sup>(1)</sup>
Corrosion du cuivre	40 °C, 1 h	-			1	KS M ISO 6251
Odeur		Caractéristique				
Indice d'octane moteur		min. 89	min. 89			EN 589 annexe B

Paramètre	Unité	Carburant A	Carburant B	Carburant J	Carburant K	Méthode d'essai
Pression de vapeur (40 °C)	MPa	-	1,27			KS M ISO 4256 KS M ISO 8973
Densité (15 °C)	kg/m <sup>3</sup>	500			620	KS M 2150 KS M ISO 3993 KS M ISO 8973

<sup>(1)</sup> Si l'échantillon contient des inhibiteurs de corrosion ou d'autres produits chimiques qui diminuent l'action corrosive de l'échantillon sur la lame de cuivre, cette méthode perd sa précision. L'ajout de tels composés à la seule fin de fausser les résultats de l'essai est donc interdit.

#### 4.2 GN/biométhane

##### 4.2.1 «G20» (méthane 100 % (nominal))

Tableau A3/9

##### «G20» (méthane 100 % (nominal))

Caractéristiques	Unité	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane	% mol	100	99	100	ISO 6974
Autres <sup>(1)</sup>	% mol	-	-	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	% mol				ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m <sup>3(2)</sup>	-	-	10	ISO 6326-5
Indice de Wobbe (net)	MJ/m <sup>3(3)</sup>	48,2	47,2	49,2	

<sup>(1)</sup> Inertes (autres que N<sub>2</sub>) + C<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>+

<sup>(2)</sup> Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa.

<sup>(3)</sup> Valeur à déterminer à 273,2 K (0 °C) et 101,3 kPa.

##### 4.2.2 «Gaz K» (méthane 88 % (nominal))

Tableau A3/10

##### «Gaz K» (méthane 88 % (nominal))

Caractéristiques	Unité	Limites		Méthode d'essai
		Minimale	Maximale	
Méthane	% vol.	88,0	-	KS M ISO 6974; ASTM D1946 et ASTM D1945-81; JIS K 0114
Éthane	% vol.	-	7,0	KS M ISO 6974; ASTM D1946 et ASTM D1945-81; JIS K 0114
C <sub>3</sub> + hydrocarbure	% vol.	-	5,0	KS M ISO 6974; ASTM D1946 et ASTM D1945-81; JIS K 0114
C <sub>6</sub> + hydrocarbure	% vol.	-	0,2	KS M ISO 6974; ASTM D1946 et ASTM D1945-81; JIS K 0114

Caractéristiques	Unité	Limites		Méthode d'essai
		Minimale	Maximale	
Teneur en soufre	ppm	-	40	KS M ISO 6326-1 et KS M ISO 19739; ASTM D5504; JIS K 0127
Gaz inerte (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , etc.)	% vol.	-	4,5	KS M ISO 6974; ASTM D1946 et ASTM D1945-81; JIS K 0114

## 4.2.3 «G25» (méthane 86 % (nominal))

Tableau A3/11

## «G25» (méthane 86 % (nominal))

Caractéristiques	Unité	Base	Limites		Méthode d'essai
			Minimale	Maximale	
Composition:					
Méthane	% mol	86	84	88	ISO 6974
Autres <sup>(1)</sup>	% mol	-	-	1	ISO 6974
N <sub>2</sub>	% mol	14	12	16	ISO 6974
Teneur en soufre	mg/m <sup>3(2)</sup>	-	-	10	ISO 6326-5
Indice de Wobbe (net)	MJ/m <sup>3(3)</sup>	39,4	38,2	40,6	

<sup>(1)</sup> Inertes (autres que N<sub>2</sub>) + C2 + C2+.

<sup>(2)</sup> Valeur à déterminer à 293,2 K (20 °C) et 101,3 kPa.

<sup>(3)</sup> Valeur à déterminer à 273,2 K (0 °C) et 101,3 kPa.

## 4.2.4 «Gaz J» (méthane 85 % (nominal))

Tableau A3/12

## «Gaz J» (méthane 85 % (nominal))

Caractéristiques	Unité	Limites	
		Minimale	Maximale
Méthane	% mol	85	
Éthane	% mol		10
Propane	% mol		6
Butane	% mol		4
HC de C3 + C4	% mol		8
HC de C5 ou plus	% mol		0,1
Autres gaz (H <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> + N <sub>2</sub> + CO + CO <sub>2</sub> )	% mol		1,0
Teneur en soufre	mg/Nm <sup>3</sup>		10
Indice de Wobbe	W	13,260	13,730
Pouvoir calorifique supérieur	kcal/Nm <sup>3</sup>	10,410	11,050
Vitesse maximale de combustion	MCP	36,8	37,5

## 5. Carburants liquides pour moteurs à allumage par compression

## 5.1 Gazole J (cétane nominal 53, B0)

Tableau A3/13

**Gazole J (cétane nominal 53, B0)**

Propriété du carburant/Composé	Unité	Spécification		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane		53	57	JIS K2280
Densité	g/cm <sup>3</sup>	0,824	0,840	JIS K2249
Distillation:				
• température de distillation à 50 %	K (°C)	528 (255)	568 (295)	JIS K2254
• température de distillation à 90 %	K (°C)	573 (300)	618 (345)	JIS K2254
• point d'ébullition final	K (°C)		643 (370)	JIS K2254
Point éclair	K (°C)	331 (58)		JIS K2265-3
Viscosité cinématique à 30 °C	mm <sup>2</sup> /s	3,0	4,5	JIS K2283
Toutes les séries aromatiques	% vol.		25	Méthode JIS HPLC
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% vol.		5,0	Méthode JIS HPLC
Teneur en soufre	ppm en poids		10	JIS K2541-1 JIS K2541-2 JIS K2541-6 JIS K2541-7
Esters méthyliques d'acides gras	%		0,1	Méthode prescrite dans l'annonce relative à la procédure de mesure de la concentration
Triglycérides	%		0,01	Méthode prescrite dans l'annonce relative à la procédure de mesure de la concentration

## 5.2 Gazole E (cétane nominal 52, B5)

Tableau A3/14

**Gazole E (cétane nominal 52, B5)**

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane <sup>(2)</sup>		52,0	54,0	EN-ISO 5165
Densité à 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	EN-ISO 3675
Distillation:				
• à 50 % du volume	°C	245	-	EN-ISO 3405
• à 95 % du volume	°C	345	350	EN-ISO 3405
• point d'ébullition final	°C	-	370	EN-ISO 3405
Point éclair	°C	55	-	EN 22719
Température limite de filtrabilité	°C	-	-5	EN 116
Viscosité à 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	EN-ISO 3104
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	2,0	6,0	EN 12916
Teneur en soufre <sup>(3)</sup>	mg/kg	-	10	EN ISO 20846/ EN ISO 20884
Corrosion du cuivre		-	Classe 1	EN-ISO 2160
Résidus de carbone Conradson (10 % DR)	% m/m	-	0,2	EN-ISO10370
Teneur en cendres	% m/m	-	0,01	EN-ISO 6245
Teneur en eau	% m/m	-	0,02	EN-ISO 12937
Indice de neutralisation (acide fort)	mg KOH/g	-	0,02	ASTM D 974
Stabilité à l'oxydation <sup>(4)</sup>	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	EN ISO 12156
Stabilité à l'oxydation à 110 °C <sup>(4), (6)</sup>	h	20,0		EN 14112
Esters méthyliques d'acides gras <sup>(5)</sup>	% v/v	4,5	5,5	EN 14078

(1) Les valeurs mentionnées 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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est de 4R (R = reproductibilité). Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier qu'un carburant est conforme aux spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

(2) L'intervalle indiqué pour l'indice de cétane n'est pas conforme à l'exigence d'un minimum de 4R. Toutefois, pour trancher toute contestation éventuelle entre le fournisseur et l'utilisateur, on pourra se conformer aux termes de la norme ISO 4259, à condition qu'il soit effectué un nombre suffisant de mesures pour obtenir la précision nécessaire, et non pas seulement des mesures individuelles.

(3) Il convient de communiquer la teneur en soufre effective du carburant utilisé pour les essais de type 1.

(4) Bien que des mesures soient prises pour assurer la stabilité à l'oxydation, il est probable que la durée de stockage du produit soit limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions et à la durée de stockage.

(5) La teneur en esters méthyliques d'acides gras doit satisfaire aux spécifications de la norme EN 14214.

(6) La stabilité à l'oxydation peut être démontrée conformément à la norme EN-ISO 12205 ou EN 14112. Cette prescription sera réexaminée sur la base d'évaluations du CEN/TC19 sur les performances de stabilité à l'oxydation et les limites d'essai.

### 5.3 Gazole K (cétane nominal 52, B5)

Tableau A3/15

#### Gazole K (cétane nominal 52, B5)

Propriété du carburant/Composé	Unité	Spécification		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Point d'écoulement	°C	-	0,0 (hiver: -17,5 °C)	ASTM D6749
Point éclair	°C	40	-	KS M ISO 2719
Viscosité cinématique à 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	1,9	5,5	KS M 2014
Température de distillation à 90 %	°C	-	360	ASTM D86
Résidu de carbone à 10 %	% poids	-	0,15	KS M 2017; ISO 4262; IP 14; ASTM D524
Teneur en eau	% vol.	-	0,02	KS M 2115
Teneur en soufre	mg/kg	-	10	KS M 2027; ASTM D5453
Cendres	% poids	-	0,02	KS M ISO 6245
Indice de cétane		52	-	KS M 2610
Corrosion du cuivre	100 °C, 3 h	-	1	KS M 2018
Lubrifiante (60 °C, micron) (HFRR)		-	400	CFC F-06-A; ASTM D6079
Densité (15 °C)	kg/cm <sup>3</sup>	815	835	KS M 2002; ASTM D4052
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% poids	-	5	KS M 2456
Toutes les séries aromatiques	% poids	-	30	IP 391; ASTM D5186
Teneur en esters méthyliques d'acides gras	% vol.	-	5	EN 14078

## 5.4 Gazole E (cétane nominal 52, B7)

Tableau A3/16

**Gazole E (cétane nominal 52, B7)**

Paramètre	Unité	Limites <sup>(1)</sup>		Méthode d'essai
		Minimum	Maximum	
Indice de cétane calculé		46,0		EN-ISO 4264
Indice de cétane mesuré <sup>(2)</sup>		52,0	56,0	EN-ISO 5165
Densité à 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833,0	837,0	EN-ISO 3675
Distillation:				
• à 50 % du volume	°C	245,0	-	EN-ISO 3405
• à 95 % du volume	°C	345,0	360,0	EN-ISO 3405
• point d'ébullition final	°C	-	370,0	EN-ISO 3405
Point éclair	°C	55	-	EN 22719
Point de trouble	°C	-	-10	EN 116
Viscosité à 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,30	3,30	EN-ISO 3104
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	% m/m	2,0	4,0	EN 12916
Teneur en soufre	mg/kg	-	10,0	EN ISO 20846/ EN ISO 20884
Corrosion du cuivre		-	Classe 1	EN-ISO 2160
Résidus de carbone Conradson (10 % DR)	% m/m	-	0,20	EN-ISO 10370
Teneur en cendres	% m/m	-	0,010	EN-ISO 6245
Contamination totale	mg/kg		24	
Teneur en eau	mg/kg	-	200	EN-ISO 12937
Indice d'acide	mg KOH/g	-	0,10	ASTM D 974
Lubrifiante (diamètre de la marque d'usure à l'issue de l'essai HFRR à 60 °C)	µm	-	400	EN ISO 12156
Stabilité à l'oxydation à 110 °C <sup>(3)</sup>	h	20,0		EN 14112
Esters méthyliques d'acides gras <sup>(4)</sup>	% v/v	6,0	7,0	EN 14078

<sup>(1)</sup> Les valeurs mentionnées 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». Pour la fixation d'un minimum, une différence minimale de 2R par rapport à la valeur zéro a été prise en compte; pour la fixation d'un maximum et d'un minimum, la différence minimale entre ces valeurs est de 4R (R = reproductibilité).

Malgré cette mesure, qui est nécessaire pour des raisons techniques, le fabricant de carburant doit néanmoins viser la valeur zéro lorsque la valeur maximale indiquée est de 2R ou la valeur moyenne lorsqu'il existe un minimum et un maximum. Au cas où il serait nécessaire de vérifier qu'un carburant est conforme aux spécifications, les termes de la norme ISO 4259 devront être appliqués.

<sup>(2)</sup> L'intervalle indiqué pour l'indice de cétane n'est pas conforme à l'exigence d'un minimum de 4R. Cependant, en cas de différend entre le fournisseur et l'utilisateur, 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.

<sup>(3)</sup> Bien que des mesures soient prises pour assurer la stabilité à l'oxydation, il est probable que la durée de stockage du produit soit limitée. Il est recommandé de demander conseil au fournisseur quant aux conditions et à la durée de stockage.

<sup>(4)</sup> La teneur en esters méthyliques d'acides gras doit satisfaire aux spécifications de la norme EN 14214.

## Annexe 4

### Forces résistantes sur route et réglage du dynamomètre

#### 1. Domaine d'application

La présente annexe décrit la procédure de détermination de la résistance à l'avancement sur route d'un véhicule d'essai et la transposition de la force résistante sur un banc à rouleaux. Elle peut être déterminée par la méthode de la décélération libre, ou de la mesure du couple résistant ou par calcul.

#### 2. Termes et définitions

Aux fins du présent document les termes et définitions de la norme ISO 3833 et du paragraphe 3 du présent RTM s'appliquent.

#### 3. Critères s'appliquant aux mesures

##### 3.1 Prescriptions concernant l'exactitude globale de la mesure

Les mesures doivent satisfaire aux valeurs ci-après en ce qui concerne l'exactitude globale:

- a) Vitesse du véhicule:  $\pm 0,5$  km/h ou  $\pm 1$  %, si cette valeur est plus grande;
- b) Temps: min  $\pm 1$  ms; résolution: min  $\pm 0,01$  s;
- c) Couple à la roue (mesuré avec des capteurs de couple):  $\pm 3$  Nm ou  $\pm 0,5$  % du couple maximal mesuré, si cette valeur est plus grande;
- d) Vitesse du vent:  $\pm 0,3$  m/s;
- e) Direction du vent:  $\pm 3^\circ$ ;
- f) Température atmosphérique  $\pm 1$  K;
- g) Pression atmosphérique:  $\pm 0,3$  kPa;
- h) Masse du véhicule:  $\pm 10$  kg; ( $\pm 20$  kg pour les véhicules  $> 4\ 000$  kg);
- i) Pression des pneumatiques:  $\pm 5$  kPa;
- j) Produit du coefficient de traînée aérodynamique et du maître couple ( $A_f \times C_d$ ):  $\pm 2$  %;
- k) Vitesse des rouleaux du banc:  $\pm 0,5$  km/h ou  $\pm 1$  %, si cette valeur est plus grande;
- l) Force résistante au dynamomètre:  $\pm 10$  N ou  $\pm 0,1$  % de la pleine échelle, si cette valeur est plus grande.

##### [3.2 Critères s'appliquant à la soufflerie

La soufflerie utilisée pour la détermination du produit du coefficient de traînée aérodynamique  $C_d$  et du maître couple  $A_f$  au sein de la famille de véhicules du point de vue de la résistance à l'avancement sur route doit satisfaire aux critères énoncés dans le présent paragraphe.

## 3.2.1 Vitesse du vent

La vitesse du vent au cours d'une mesure doit demeurer dans une fourchette de  $\pm 2$  km/h au centre de la veine d'essai. La vitesse maximale possible du vent doit être au moins égale à 140 km/h.

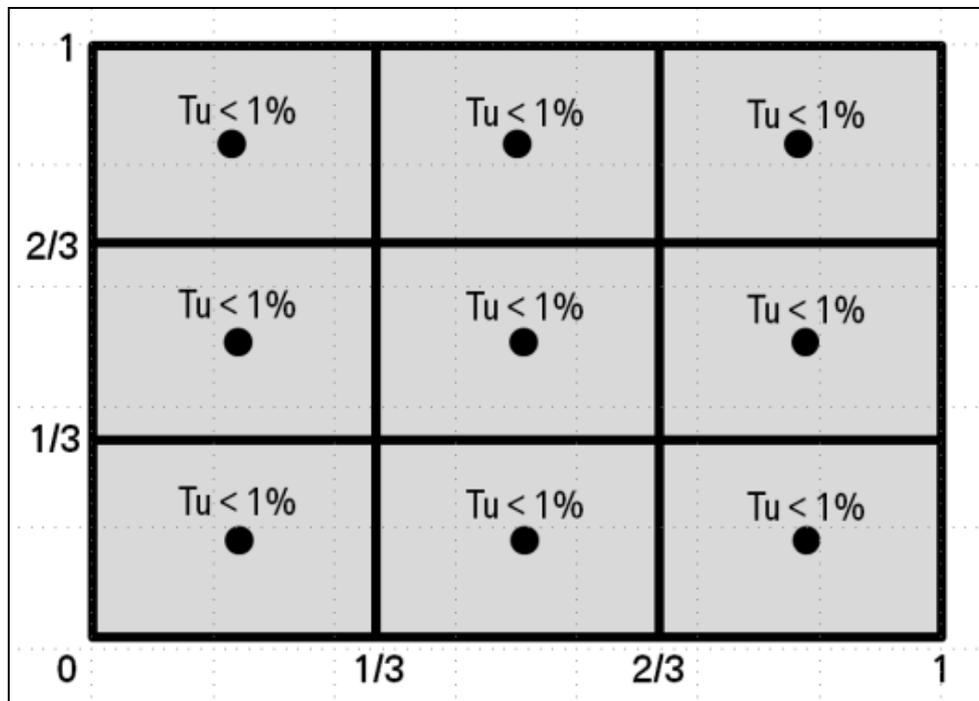
## 3.2.2 Température de l'air

La température de l'air au cours d'une mesure doit demeurer dans une fourchette de  $\pm 2^\circ\text{K}$  au centre de la veine d'essai. La variation de la température de l'air à la sortie de la buse doit demeurer dans une fourchette de  $\pm 3^\circ\text{K}$ .

## 3.2.3 Turbulence

Sur une grille de 3 x 3 cases équidistantes réparties sur l'aire de sortie de la buse l'intensité de turbulence  $T_u$  ne doit pas dépasser 1 % (voir fig. A4/1).

Figure A4/1

**Intensité de turbulence**

$$T_u = \frac{u'}{U_\infty};$$

Où:

$T_u$  est l'intensité de turbulence;

$u'$  est la fluctuation de vitesse en turbulence, en m/s;

$U_\infty$  est la vitesse en écoulement libre, en m/s.

### 3.2.4 Obstruction physique

La fraction d'obstruction causée par le véhicule  $\varepsilon_{sb}$ , exprimée en tant que quotient du maître couple du véhicule et de l'aire de sortie de la buse comme représenté dans l'équation qui suit, ne doit pas dépasser 25 %.

$$\varepsilon_{sb} = \frac{A_f}{A_{nozzle}} \times 100$$

Où:

$\varepsilon_{sb}$  est l'obstruction causée par le véhicule, en %;

$A_f$  est le maître couple du véhicule, en m<sup>2</sup>;

$A_{nozzle}$  est l'aire de sortie de la buse, en m<sup>2</sup>.

### 3.2.5 Roues en rotation

Pour permettre de déterminer de façon correcte l'influence aérodynamique des roues, les roues du véhicule d'essai doivent tourner à une vitesse correspondant à une vitesse de déplacement du véhicule qui demeure dans une fourchette de tolérance de  $\pm 3$  km/h par rapport à la vitesse du vent.

### 3.2.6 Tapis roulant

Pour simuler l'écoulement de l'air contre le soubassement du véhicule, la soufflerie doit être équipée d'un tapis roulant s'étendant de l'avant jusqu'à l'arrière du véhicule. la vitesse du tapis roulant demeurant dans une fourchette de  $\pm 3$  km/h par rapport à la vitesse du vent.

### 3.2.7 Angle d'écoulement fluide

En 9 points également répartis sur l'aire de sortie de la buse, l'écart type moyen quadratique des deux angles (plan-Y,-Z)  $\alpha$  et  $\beta$  à la sortie de la buse ne doit pas dépasser 1°.

### 3.2.8 Pression de l'air

En 9 points également répartis sur l'aire de sortie de la buse, l'écart type moyen quadratique de la pression totale à la sortie de la buse ne doit pas dépasser 2 %.

$$\sigma_{Pt} \left( \frac{\Delta p_t}{q} \right)$$

Où:

$\sigma_{pt}$  est l'écart type de la pression totale;

$\Delta p_t$  est la variation de la pression totale entre les points de mesure;

$q$  est la pression dynamique, en N/m<sup>2</sup>.

Le coefficient de pression  $c_p$  sur une distance de 2 m en avant et 2 m en arrière du véhicule ne doit pas varier plus de 1 %.

$$\varepsilon_{cp} = \frac{c_{p_{x=2m}}}{c_{p_{x=-2m}}} \times 100$$

Où:

$c_p$  est le coefficient de pression, en  $N/m^2$ .

### 3.2.9 Épaisseur de la couche limite

À  $x = 0$  (point central d'équilibre), la vitesse du vent doit être d'au moins 99 % de la vitesse d'entrée à 30 mm au-dessus du sol de la soufflerie.

$$\delta_{99}(x = 0 \text{ m}) \leq 30 \text{ mm}$$

Où  $\delta_{99}$  est la distance perpendiculaire à la route où 99 % de la vitesse d'écoulement libre est atteinte (épaisseur de la couche limite).

### 3.2.10 Système de maintien du véhicule

Le système de maintien du véhicule ne doit pas être situé en avant du véhicule. La fraction d'obstruction relative causée par le système de maintien du véhicule,  $\varepsilon_{\text{restr}}$ , ne doit pas dépasser 10 % de la surface frontale du véhicule.

$$\varepsilon_{\text{restr}} = \frac{A_{\text{restr}}}{A_f} \times 100$$

Où:

$\varepsilon_{\text{restr}}$  est l'obstruction relative causée par le système de maintien du véhicule;

$A_{\text{restr}}$  est la surface frontale du système de maintien du véhicule projetée sur la surface de la buse, en  $m^2$ ;

$A_f$  est la surface frontale du véhicule, en  $m^2$ .

### 3.2.11 Exactitude de mesure dans la direction-x

À une vitesse de 140 km/h, l'inexactitude de mesure de la force résultante dans la direction-x ne doit pas dépasser  $\pm 5$  N. La résolution de la mesure de la force doit demeurer dans une fourchette de  $\pm 3$  N.

### 3.2.12 Répétabilité de la mesure

La répétabilité de la mesure de la force doit demeurer dans une fourchette de  $\pm 3$  N.]

## 4. Mesure de la résistance à l'avancement sur route

### 4.1 Prescriptions concernant l'essai sur route

#### 4.1.1 Conditions atmosphériques pour l'essai sur route

##### 4.1.1.1 Conditions relatives au vent

##### 4.1.1.1.1 Détermination des conditions relatives au vent dans le cas des mesures anémométriques stationnaires

Les essais avec mesures anémométriques stationnaires doivent être limités à des vitesses du vent de moins de 5 m/s en valeur moyenne et de moins de 8 m/s en pointe. En outre, la composante du vecteur de la vitesse du vent transversalement à la piste d'essai doit être de moins de 2 m/s. La vitesse du vent doit être déterminée par une mesure continue de la vitesse, effectuée avec un instrument météorologique agréé, à un emplacement proche du bord de la piste d'essai et à une hauteur de 0,7 m au-dessus de la route où l'on peut rencontrer les conditions relatives au vent les plus représentatives.

S'il n'est pas possible d'effectuer des essais dans les deux sens opposés sur la même partie de la piste d'essai (par exemple, dans le cas d'une piste d'essai ovale avec sens de circulation unique), la vitesse et la direction du vent sur chaque partie de la piste d'essai doivent être mesurées. [Dans ce cas la valeur moyenne la plus élevée détermine les vitesses du vent admissibles et la valeur moyenne la plus basse indique la valeur de la correction pour le vent.] La vitesse et la direction du vent doivent être mesurées à une fréquence minimale de 1 Hz. La méthode de correction pour le vent doit être appliquée comme indiqué au paragraphe 4.5.3. [La correction pour le vent peut ne pas être appliquée lorsque la valeur moyenne la plus basse de vitesse du vent est de 3 m/s ou moins.]

#### 4.1.1.1.2 Détermination des conditions relatives au vent dans le cas des mesures anémométriques avec équipement embarqué

Pour les essais avec instruments anémométriques embarqués, il doit être utilisé un dispositif comme indiqué au paragraphe 4.3.2 de la présente annexe. La vitesse moyenne générale du vent pendant les opérations d'essai sur la piste d'essai doit être de moins de [7] m/s et de moins de [10] m/s en pointe. En outre, la composante du vecteur de la vitesse du vent transversalement à la piste d'essai doit être de moins de [4] m/s.

#### 4.1.1.2 Température atmosphérique

La température atmosphérique doit rester comprise dans une plage de 278 à 313 K (inclus).

Les Parties contractantes peuvent s'écarter de la plage supérieure de  $\pm 5$  K au niveau régional.

À sa discrétion, un constructeur peut choisir d'effectuer l'essai de décélération libre entre 274 et 278 K.

#### 4.1.2 Piste d'essai

Le revêtement de la route doit être plan, propre, sec et exempt d'obstacles ou d'écrans pare-vent qui puissent gêner la mesure de la résistance à l'avancement, et de par sa texture et sa composition être représentatif des revêtements actuellement utilisés sur les routes urbaines et grandes routes. La pente longitudinale de la piste d'essai ne doit pas dépasser  $\pm 1$  %. La pente locale entre deux points quelconques distants de 3 m ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 0,5$  % de la valeur de la pente longitudinale. S'il n'est pas possible d'effectuer des essais dans les deux sens opposés sur la même partie de la piste d'essai (par exemple, dans le cas d'une piste d'essai ovale avec sens de circulation unique), la somme des pentes longitudinales des segments parallèles de piste d'essai doit être comprise entre 0 et une pente ascendante de 0,1 %. La cambrure maximale de la piste d'essai doit être de 1,5 %.

#### 4.2 Préparation

##### 4.2.1 Véhicule d'essai

Un véhicule d'essai (véhicule H) doit être sélectionné dans la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub> (voir par. 5.6 du présent RTM) présentant la combinaison de caractéristiques ayant une influence sur la résistance à l'avancement (par exemple, masse, trainée aérodynamique et résistance au roulement des pneumatiques) offrant la plus haute résistance à l'avancement.

Au cas où il y aurait un doute sur la combinaison de caractéristiques offrant la plus haute résistance à l'avancement, la combinaison offrant la plus haute demande d'énergie prévisible sur le cycle, déterminée conformément à la procédure du paragraphe 5 de l'annexe 7, doit être sélectionnée.

À la demande du constructeur, la méthode d'interpolation pour les valeurs de CO<sub>2</sub> peut être appliquée pour des véhicules individuels de la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub> (voir par. 1.2.3.1 de l'annexe 6 et par. 3.2.3.2 de l'annexe 7). Dans ce cas, la résistance à l'avancement doit aussi être déterminée sur un véhicule d'essai (véhicule L) présentant la combinaison de caractéristiques offrant la plus basse résistance à l'avancement.

Chaque véhicule d'essai doit être conforme dans tous ses composants avec la production de série, ou, si le véhicule diffère de celle-ci, une description complète du véhicule doit être enregistrée. Si le constructeur demande à utiliser la méthode d'interpolation pour les valeurs de CO<sub>2</sub>, l'augmentation ou la diminution du produit du coefficient de traînée aérodynamique ( $C_d$ ) et de la surface frontale ( $A_f$ ), m<sup>2</sup>, exprimée comme  $\Delta f_2$ , pour tous les équipements optionnels de la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub> qui influent sur la traînée aérodynamique du véhicule doit être enregistrée.

#### 4.2.1.1 Parties aérodynamiques mobiles de la carrosserie

Les parties aérodynamiques mobiles de la carrosserie du véhicule d'essai doivent fonctionner pendant la détermination de la résistance à l'avancement comme prévu dans les conditions de l'essai WLTP type 1 (température d'essai, plage de vitesse et d'accélération, charge moteur, etc.).

Des prescriptions appropriées devront être ajoutées sous cette rubrique si les véhicules futurs sont équipés d'options aérodynamiques mobiles dont l'influence sur la traînée aérodynamique justifie des prescriptions additionnelles.

#### 4.2.1.2 Roues

Si le constructeur n'est pas en mesure de déterminer la traînée aérodynamique des roues en rotation individuelles, la roue ayant la plus forte traînée aérodynamique prévisible doit être sélectionnée pour les véhicules d'essai H et L.

À titre de principe, la plus forte traînée aérodynamique est prévisible pour une jante ayant a) la plus grande largeur, b) le plus grand diamètre, et c) la structure la plus ajourée (dans cet ordre d'importance).

#### 4.2.1.3 Pesage

Avant et après la procédure de détermination de la résistance à l'avancement, le véhicule sélectionné doit être pesé, y compris le conducteur d'essai et l'équipement d'essai, pour déterminer la masse moyenne  $m_{av}$ . La masse du véhicule doit être égale ou supérieure à la masse d'essai visée ( $TM_H$ ) ou  $TM_L$ , calculée conformément au paragraphe 4.2.1.3.1 ci-après au début de la procédure de détermination de la résistance à l'avancement.

Pour la détermination du facteur de correction de la masse d'essai conformément au paragraphe 4.5.4 de la présente annexe, les masses d'essai réelles  $TM_{H,actual}$  et  $TM_{L,actual}$ , c'est-à-dire la masse moyenne  $m_{av}$  pour les masses d'essai respectives, doivent être utilisées.

- 4.2.1.3.1 Masse d'essai du véhicule
- Les valeurs maximale et minimale de la masse d'essai  $TM$  pour le véhicule H et le véhicule L de la famille de véhicules du point de vue des émissions de  $CO_2$  doivent être calculées comme suit:
- $TM_H$  doit être la somme de la masse en ordre de marche, de la masse de l'équipement optionnel, de 25 kg, et de la masse représentative de la charge utile.
- $TM_L$  doit être la somme de la masse en ordre de marche, de 25 kg, et de la masse représentative de la charge utile.
- La masse représentative de la charge utile doit être de 15 ou 28 % (selon la catégorie et/ou l'usage prévu comme décidé au niveau régional) de la différence entre la masse maximale techniquement admissible en charge et la somme de la masse en ordre de marche, de 25 kg, et de la masse de l'équipement optionnel pour le véhicule H.
- 4.2.1.4 La configuration du véhicule d'essai
- La configuration du véhicule d'essai doit être enregistrée et reprise pour tous les essais ultérieurs.
- 4.2.1.5 État du véhicule d'essai
- 4.2.1.5.1 Rodage
- Le véhicule d'essai doit avoir subi un rodage aux fins de l'essai ultérieur sur au moins 10 000 mais au plus 80 000 km.
- 4.2.1.5.1.1 À la demande du constructeur, un véhicule ayant parcouru une distance minimale de 3 000 km peut être utilisé.
- 4.2.1.5.2 Spécifications du constructeur
- Le véhicule doit être conforme aux spécifications du constructeur prévues pour les véhicules de série en ce qui concerne les pressions des pneumatiques (voir par. 4.2.2.3 ci-après), le parallélisme, la garde au sol, la hauteur du véhicule, les lubrifiants du train de roulement et des roulements de roues, et le réglage des freins pour éviter les frottements parasites non représentatifs.
- 4.2.1.5.3 Parallélisme
- Si des paramètres du parallélisme sont réglables (pincement, carrossage, chasse), ils doivent être réglés à la valeur nominale spécifiée par le constructeur pour les véhicules de série. En l'absence de valeur nominale prescrite, ils doivent être réglés à la moyenne des valeurs recommandées par le constructeur.
- L'existence de paramètres réglables et leur valeur de réglage doivent être enregistrées.
- 4.2.1.5.4 Fermeture des panneaux mobiles
- Pendant l'essai sur route, le capot moteur, les panneaux mobiles actionnés manuellement et toutes les fenêtres doivent être fermés.
- 4.2.1.5.5 Mode décélération libre
- Si l'essai de détermination du réglage du dynamomètre ne permet pas de satisfaire aux critères définis aux paragraphes 8.1.3 ou 8.2.3 de la présente annexe du fait de l'influence de forces non reproductibles, le véhicule doit être équipé d'un mode décélération libre. Le mode décélération libre doit être approuvé et enregistré par l'autorité d'homologation.

4.2.1.5.5.1 Si un véhicule est équipé d'un mode décélération libre, ce dernier doit être en fonction aussi bien pendant l'essai de détermination de la résistance à l'avancement que l'essai sur banc à rouleaux.

#### 4.2.2 Pneumatiques

##### 4.2.2.1 Sélection des pneumatiques

La sélection des pneumatiques doit se faire sur la base de leur résistance au roulement, mesurée conformément au Règlement n° 117-02, ou à une norme équivalente internationalement reconnue, et les coefficients de résistance au roulement doivent être évalués conformément aux procédures régionales respectives (par exemple, EU 1235/2011), et catégorisés conformément aux classes de résistance au roulement du tableau 2. Si des pneumatiques de plusieurs catégories sont proposés pour la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>, un pneumatique doit être sélectionné dans la classe ayant la plus haute valeur de CRR (voir tableau A4/1).

Tableau A4/1

#### Classes de coefficients de résistance au roulement (CRR) pour les pneumatiques des catégories C1, C2 et C3, kg/t

Classe	Catégorie C1, plage	Catégorie C2, plage	Catégorie C3, plage
1	$CRR \leq 6,5$	$CRR \leq 5,5$	$CRR \leq 4,0$
2	$6,5 < CRR \leq 7,7$	$5,5 < CRR \leq 6,7$	$4,0 < CRR \leq 5,0$
3	$7,7 < CRR \leq 9,0$	$6,7 < CRR \leq 8,0$	$5,0 < CRR \leq 6,0$
4	$9,0 < CRR \leq 10,5$	$8,0 < CRR \leq 9,2$	$6,0 < CRR \leq 7,0$
5	$10,5 < CRR \leq 12,0$	$9,2 < CRR \leq 10,5$	$7,0 < CRR \leq 8,0$
6	$CRR > 12,0$	$CRR > 10,5$	$CRR > 8,0$
Classe	Catégorie C1, valeur de classe	Catégorie C2, valeur de classe	Catégorie C3, valeur de classe
1	CRR = 5,9	CRR = 4,9	CRR = 3,5
2	CRR = 7,1	CRR = 6,1	CRR = 4,5
3	CRR = 8,4	CRR = 7,4	CRR = 5,5
4	CRR = 9,8	CRR = 8,6	CRR = 6,5
5	CRR = 11,3	CRR = 9,9	CRR = 7,5
6	CRR = 12,9	CRR = 11,2	CRR = 8,5

Les valeurs réelles de résistance au roulement pour les pneumatiques montés sur le véhicule d'essai doivent être utilisées comme valeurs d'entrée pour la procédure de calcul de la méthode d'interpolation des émissions de CO<sub>2</sub> du paragraphe 3.2.3.2 de l'annexe 7. Pour des véhicules individuels dans la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>, la méthode d'interpolation des émissions de CO<sub>2</sub> doit être basée sur la valeur de classe CRR pour les pneumatiques montés sur le véhicule individuel.

##### 4.2.2.2 État des pneumatiques

Les pneumatiques utilisés pour l'essai doivent répondre aux conditions suivantes:

- Ne pas avoir plus de 2 ans d'âge à compter de la date de production;
- Ne pas avoir subi un conditionnement ou un traitement spécial (de chauffage ou de vieillissement artificiel), à l'exception de l'opération initiale de meulage du profil de la bande de roulement;

- c) Avoir subi un rodage sur piste sur au moins 200 km avant l'essai de détermination de la résistance à l'avancement;
  - d) Présenter une profondeur constante des sculptures avant l'essai comprise entre 100 et 80 % de la profondeur originelle sur toute la largeur de la bande de roulement du pneumatique.
- 4.2.2.2.1 Après mesure de la profondeur du profil, la distance parcourue doit être limitée à 500 km. Au-delà de cette distance, la profondeur doit être mesurée à nouveau.
- 4.2.2.2.2 La profondeur doit être mesurée avant d'effectuer un autre essai de détermination de la résistance à l'avancement avec le même pneumatique mais sur un autre véhicule.
- 4.2.2.3 Pression des pneumatiques
- Les pneumatiques avant et arrière doivent être gonflés à la limite inférieure de la plage de pression pour le pneumatique sélectionné à la masse d'essai de décélération libre, comme spécifié par le constructeur du véhicule.
- 4.2.2.3.1 Ajustement de la pression des pneumatiques
- Si la différence entre la température ambiante et la température de stabilisation est de plus de 5 K, la pression des pneumatiques doit être ajustée comme suit:
- a) Les pneumatiques doivent être stabilisés thermiquement pendant plus de 4 h à 10 % au-dessus de la pression visée;
  - b) Avant les essais, la pression des pneumatiques doit être ramenée à la pression de gonflage définie au paragraphe 4.2.2.3., ajustée pour tenir compte de la différence entre la température de l'environnement de stabilisation et la température ambiante d'essai conformément au facteur de 0,8 kPa par 1 K selon l'équation ci-après:
 
$$\Delta_{Pt} = 0,8 \times (T_{soak} - T_{amb});$$

Où:

$\Delta_{Pt}$  est la valeur de l'ajustement ajoutée à la pression du pneumatique définie au paragraphe 4.2.2.3 de la présente annexe, en kPa;

0,8 est le facteur d'ajustement de la pression, en kPa/K;

$T_{soak}$  est la température de stabilisation du pneumatique, en K;

$T_{amb}$  est la température ambiante d'essai, en K;
  - c) Entre l'opération d'ajustement de la pression et celle de mise en température du véhicule, les pneumatiques doivent être maintenus à température ambiante et protégés des sources de chaleur extérieures y compris le rayonnement solaire.

#### 4.2.3 Instruments

Tous les instruments, particulièrement ceux installés à l'extérieur du véhicule, doivent être installés sur ce dernier de manière à avoir le moins d'effet possible sur les caractéristiques aérodynamiques du véhicule.

- 4.2.4 Mise en température du véhicule
- 4.2.4.1 Sur route
- La mise en température doit être effectuée uniquement par un parcours exécuté avec le véhicule.
- 4.2.4.1.1 Avant la mise en température, le véhicule doit effectuer une décélération embrayage débrayé par un freinage modéré de 80 à 20 km/h en 5 à 10 s. Après ce freinage, il ne doit pas y avoir d'autre opération de réglage manuel du système de freinage.
- 4.2.4.1.2 Mise en température et stabilisation
- Tous les véhicules doivent effectuer un parcours à 90 % de la vitesse maximale du cycle WLTC applicable. Le véhicule peut effectuer un parcours à 90 % de la vitesse maximale de la phase supérieure suivante (voir tableau A4/2) si cette phase est ajoutée au cycle WLTC applicable pendant l'opération de mise en température comme indiqué au paragraphe 7.3.4 de la présente annexe. Le véhicule doit effectuer un parcours de mise en température d'au moins 20 min jusqu'à ce que des conditions stables soient atteintes.

Tableau A4/2

**Mise en température et stabilisation entre phases**

<i>Classe de véhicule</i>	<i>Cycle WLTC applicable</i>	<i>90 % de la vitesse maximale</i>	<i>Phase supérieure suivante</i>
Classe 1	L & M	58 km/h	s.o.
Classe 2	L & M & H & Ex-H	111 km/h	s.o.
	L & M & H	77 km/h	Extra High (111 km/h)
Classe 3	L & M & H & Ex-H	118 km/h	s.o.
	L & M & H	88 km/h	Extra High (118 km/h)

- 4.2.4.1.3 Critères indiquant des conditions stables
- Voir le paragraphe 4.3.1.4.2. de la présente annexe.
- 4.3 Mesure et calcul de la résistance totale par la méthode de la décélération libre
- La résistance totale doit être déterminée par la méthode multisegments (par. 4.3.1 de la présente annexe) ou par la méthode avec anémomètre embarqué (par. 4.3.2 de la présente annexe).
- 4.3.1 Méthode multisegments avec mesures anémométriques stationnaires
- 4.3.1.1 Sélection des points de vitesse pour la détermination de la courbe de résistance à l'avancement
- Pour établir une courbe de résistance à l'avancement en fonction de la vitesse du véhicule, on doit sélectionner un minimum de 6 vitesses de référence  $v_j$  ( $j = 1, j = 2, \text{etc.}$ ). La plus haute vitesse de référence ne doit pas être inférieure à la plus haute vitesse de la plage de vitesse, et le point de vitesse le plus bas ne doit pas être supérieur à la plus basse vitesse de la plage de vitesse. L'intervalle entre deux points de vitesse ne doit pas être supérieur à 20 km/h.

- 4.3.1.2 Collecte des données  
Pendant l'essai, le temps écoulé et la vitesse du véhicule doivent être mesurés et enregistrés à la fréquence minimale de 5 Hz.
- 4.3.1.3 Essai de décélération libre du véhicule
- 4.3.1.3.1 Après l'opération de mise en température du véhicule (par. 4.2.4. de la présente annexe), et immédiatement avant chaque mesure d'essai, le véhicule peut effectuer un parcours à la plus haute vitesse de référence pendant une durée maximale de 1 min. Le véhicule doit être accéléré jusqu'à 5 km/h au moins au-dessus de la vitesse à laquelle la mesure du temps de décélération libre commence ( $v_i + \Delta v$ ) et la décélération libre doit commencer immédiatement.
- 4.3.1.3.2 Pendant la décélération libre, la transmission doit être au point mort, et le moteur doit tourner au ralenti. Pour les véhicules à transmission manuelle, l'embrayage doit être embrayé et le moteur peut être arrêté. Tout mouvement des roues directrices doit être évité autant que possible, et les freins du véhicule ne doivent pas être actionnés jusqu'à la fin de la décélération libre.
- 4.3.1.3.3 L'essai doit être répété. Des décélération libres doivent être effectuées aux mêmes vitesses et dans les mêmes conditions.
- 4.3.1.3.4 Bien qu'il soit recommandé que chaque essai de décélération libre soit effectué sans interruption, des essais fractionnés sont admis s'il est impossible de collecter les données de manière continue pour la plage de vitesse entière. Dans le cas des essais fractionnés, on doit veiller à ce que les conditions relatives au véhicule demeurent aussi stables que possible à chaque point de raccordement.
- 4.3.1.4 Détermination de la résistance totale par mesure du temps de décélération libre
- 4.3.1.4.1 Le temps de décélération libre correspondant à la vitesse  $v_j$ , c'est-à-dire le temps écoulé entre la vitesse ( $v_i + \Delta v$ ) et ( $v_i - \Delta v$ ), doit être mesuré. Il est recommandé de prendre  $\Delta v = 5$  km/h, avec l'option de prendre  $\Delta v = 10$  km/h quand la vitesse du véhicule est de plus de 60 km/h, et 5 km/h quand elle est de 60 km/h ou moins.
- 4.3.1.4.2 Ces mesures doivent être effectuées dans les deux sens jusqu'à ce qu'un minimum de trois paires consécutives de chiffres satisfaisant à la condition requise d'exactitude statistique  $p$ , en %, comme spécifié ci-après, ait été obtenu.

$$p = \frac{h \times \sigma}{\sqrt{n}} \times \frac{100}{\Delta t_j} \leq 3 \%$$

Où:

$p$  est l'exactitude statistique;

$n$  est le nombre de paires de mesures;

$\Delta t_j$  est le temps moyen de décélération libre à la vitesse  $v_i$ , en s, selon l'équation:  $\Delta t_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{ji}$ , où  $\Delta t_{ji}$  est le temps moyen harmonisé de décélération libre pour la  $i^{\text{e}}$  paire de mesures à la vitesse  $v_i$ , en s, selon l'équation:  $\Delta t_{ji} = \frac{2}{\left(\frac{1}{\Delta t_{jai}}\right) + \left(\frac{1}{\Delta t_{jbi}}\right)}$ ;  $\Delta t_{jai}$  et  $\Delta t_{jbi}$  sont les temps de décélération libre pour la  $i^{\text{e}}$  mesure à la vitesse  $v_i$ , en s, dans chaque direction, respectivement;

$\sigma$  est l'écart type, exprimé en s, comme défini par l'équation:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta t_{ji} - \Delta t_j)^2}$$

$h$  est un coefficient indiqué dans le tableau A4/3.

Tableau A4/3

**Coefficient h en fonction de n**

$n$	$h$	$h/\sqrt{n}$	$n$	$h$	$h/\sqrt{n}$
3	4,3	2,48	10	2,2	0,73
4	3,2	1,60	11	2,2	0,66
5	2,8	1,25	12	2,2	0,64
6	2,6	1,06	13	2,2	0,61
7	2,5	0,94	14	2,2	0,59
8	2,4	0,85	15	2,2	0,57
9	2,3	0,77			

4.3.1.4.3 Si pendant une mesure dans un sens il intervient un facteur extérieur ou une action du conducteur qui influe sur le déroulement de l'essai de résistance à l'avancement, cette mesure et la mesure correspondante dans le sens opposé doivent être invalidées.

4.3.1.4.4 Les résistances totales,  $F_{ja}$  et  $F_{jb}$  à la vitesse  $v_i$  dans les sens a et b, en Newton (N), sont déterminées par les équations:

$$F_{ja} = -\frac{1}{3,6} \times (m_{av} + m_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_{ja}} ;$$

Et

$$F_{jb} = -\frac{1}{3,6} \times (m_{av} + m_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_{jb}} ;$$

Où:

$F_{ja}$  est la résistance totale à la vitesse (j) dans le sens a, en Newton (N);

$F_{jb}$  est la résistance totale à la vitesse (j) dans le sens b, en Newton (N);

$m_{av}$  est la moyenne des masses du véhicule d'essai au début et à la fin de l'essai de détermination de la résistance à l'avancement, en kg;

$m_r$  est la masse effective équivalente de toutes les roues et composants du véhicule en rotation avec les roues au cours de la décélération libre sur route, en kg;  $m_r$  doit être mesuré ou calculé par une technique appropriée. Par défaut,  $m_r$  peut être estimé à 3 % de la masse à vide du véhicule (MV) pour la famille du véhicule;

$\Delta t_{ja}$  et  $\Delta t_{jb}$  sont les temps moyens de décélération libre dans les sens a et b, respectivement, correspondant à la vitesse  $v_i$ , en s, selon les équations  $\Delta t_{ja} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{jai}$  et  $\Delta t_{jb} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{jbi}$ .

4.3.1.4.5 La courbe de résistance totale doit être déterminée comme suit:

La courbe de régression ci-après doit être ajustée aux jeux de données ( $v_i, F_{ja}$ ) et ( $v_i, F_{jb}$ ) correspondant à tous les points de vitesse  $v_i$  ( $j = 1, j = 2$ , etc.) et dans le sens (a, b) pour déterminer  $f_0, f_1$  et  $f_2$ :

$$F_a = f_{0a} + f_{1a}v + f_{2a}v^2;$$

Et

$$F_b = f_{0b} + f_{1b}v + f_{2b}v^2;$$

Où:

$F_a$  et  $F_b$  sont les résistances totales dans chaque sens, en N;

$f_{0a}$  et  $f_{0b}$  sont des termes constants dans chaque sens, en N;

$f_{1a}$  et  $f_{1b}$  sont les coefficients du terme du premier ordre de la vitesse du véhicule dans chaque sens, en N h/km;

$f_{2a}$  et  $f_{2b}$  sont les coefficients du terme du second ordre de la vitesse du véhicule dans chaque sens, en N (h/km)<sup>2</sup>;

$v$  est la vitesse du véhicule, en km/h.

La résistance totale moyenne  $F_{avg}$  doit être calculée comme suit:

$$F_{avg} = f_0 + f_1v + f_2v^2;$$

où les coefficients  $f_0, f_1$  et  $f_2$  doivent être calculés au moyen des équations ci-après:

$$f_0 = \frac{f_{0a} + f_{0b}}{2};$$

$$f_1 = \frac{f_{1a} + f_{1b}}{2};$$

$$f_2 = \frac{f_{2a} + f_{2b}}{2};$$

Où:

$f_0, f_1$  et  $f_2$  sont les coefficients moyens.

4.3.1.4.5.1 Comme variante à la méthode de calcul ci-dessus, l'équation ci-après peut être appliquée pour calculer la résistance totale moyenne, dans laquelle la moyenne harmonisée des temps alternés de décélération libre doit être utilisée au lieu de la moyenne de la résistance totale alternée.

$$F_j = -\frac{1}{3,6} \times (m_{av} + m_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_j}$$

Où:

$\Delta t_j$  est la moyenne harmonisée des mesures de temps alternées de décélération libre à la vitesse  $v_i$ , en s, selon  $\Delta t_j = \frac{2}{\frac{1}{\Delta t_{ja}} + \frac{1}{\Delta t_{jb}}}$  où  $\Delta t_{ja}$  et

$\Delta t_{jb}$  sont les temps de décélération libre à la vitesse  $v_i$ , en s, dans chaque sens, respectivement;

$m_{av}$  est la moyenne des masses du véhicule d'essai au début et à la fin de l'essai de détermination de la résistance à l'avancement, en kg;

$m_r$  est la masse effective équivalente de toutes les roues et composants du véhicule en rotation avec les roues au cours de la décélération libre sur route, en kg;  $m_r$  doit être mesuré ou calculé par une technique appropriée. Par défaut,  $m_r$  peut être estimé à 3 % de la masse à vide du véhicule (MV) pour la famille du véhicule;

Les coefficients  $f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  de l'équation de résistance totale doivent être calculés par une analyse de régression.

[4.3.2 Méthode de la décélération libre avec mesures anémométriques par un équipement embarqué]

Le véhicule doit subir une procédure de mise en température et de stabilisation conformément au paragraphe 4.2.4 de la présente annexe. L'étalonnage des instruments aura lieu pendant cette opération.

4.3.2.1 Instruments additionnels pour mesures anémométriques avec équipement embarqué

L'anémomètre doit être étalonné en cours de fonctionnement sur le véhicule soumis à l'essai de détermination de la résistance à l'avancement, l'étalonnage s'effectuant dans le cadre de la procédure de mise en température pour l'essai.

4.3.2.1.1 La vitesse relative du vent doit être mesurée avec une exactitude de 0,3 m/s et doit être enregistrée avec une résolution minimale de 1 Hz. L'étalonnage de l'anémomètre doit inclure les corrections pour l'effet d'obstruction causé par le véhicule.

4.3.2.1.2 La direction du vent doit être déterminée relativement à la direction du véhicule. La direction relative du vent (en lacet) doit être mesurée avec une exactitude de 3° et enregistrée avec une résolution de 1°; la plage morte de l'instrument ne doit pas dépasser 10° de champ et doit être dirigée vers l'arrière du véhicule.

4.3.2.2 Sélection de la plage de vitesse pour la détermination de la courbe de résistance à l'avancement

La plage de vitesse d'essai, comme définie au paragraphe 4.3.1.1 ci-dessus, doit être sélectionnée.

4.3.2.3 Collecte des données

Diverses données doivent être mesurées et enregistrées au cours de la procédure. Le temps écoulé, la vitesse du véhicule, et la vitesse et la direction de l'air par rapport au véhicule, doivent être mesurés à la fréquence de 5 Hz. La mesure de la température ambiante doit être synchronisée et effectuée à la fréquence minimale de 1 Hz.

4.3.2.4 Essai de décélération libre du véhicule

L'essai de décélération libre du véhicule doit être effectué comme spécifié dans les paragraphes 4.3.1.3.1 à 4.3.1.3.4 ci-dessus avec un anémomètre embarqué installé sur le véhicule. Un minimum de 10 parcours doit être exécuté dans des sens alternés; cinq dans chaque sens. Les données de décélération libre corrigées pour le vent doivent satisfaire aux conditions concernant l'exactitude statistique  $p$ , en %, comme spécifié au paragraphe 4.3.1.4.2 ci-dessus. L'anémomètre doit être installé dans une position telle que les effets de sa présence sur les caractéristiques du véhicule soient réduits au minimum.

L'anémomètre doit être installé dans la position (a) ou (b) ci-après:

- a) Sur une perche placée au point avant de stagnation aérodynamique du véhicule, approximativement à 2 m en avant de celui-ci. Avant la décélération libre, l'anémomètre doit être étalonné pour la vitesse et l'écart angulaire du vent comme spécifié dans la norme ISO 10521 annexe A;
- b) Sur le toit du véhicule sur l'axe médian. Si possible, l'instrument doit être monté à 15 cm ou moins du haut du pare-brise. Avant la décélération libre, l'anémomètre doit être étalonné pour la vitesse et l'écart angulaire du vent comme spécifié dans la norme ISO 10521 annexe A.

Au cas où la position (b) est utilisée, les résultats de la décélération libre doivent être ajustés au cours de l'analyse pour tenir compte de la trainée aérodynamique additionnelle induite par l'anémomètre. L'ajustement se fait sur la base d'essais comparatifs de la décélération libre du véhicule en soufflerie avec et sans l'anémomètre monté (même position que celle utilisée sur la piste); la différence calculée représentera le coefficient d'accroissement de la trainée ( $C_d$ ), qui, combiné avec la surface frontale, peut être utilisé pour corriger les résultats de la décélération libre.

Avant la décélération libre, l'anémomètre doit être étalonné pour la vitesse et l'écart angulaire du vent comme spécifié dans la norme ISO 10521-1:2006(E). Une correction de l'obstruction causée à la mesure anémométrique doit être appliquée dans la procédure d'étalonnage comme décrit dans la norme ISO 10521-1:2006(E) annexe A.

#### 4.3.2.5 Détermination de l'équation de mouvement

Les symboles utilisés dans les équations de mouvement pour la mesure avec anémomètre embarqué sont passés en revue au tableau A4/4.

Tableau A4/4

#### Symboles utilisés dans les équations de mouvement pour la mesure avec anémomètre embarqué

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Désignation</i>
$A_f$	$m^2$	Surface frontale
$a_0 \dots a_n$	degrés <sup>-1</sup>	Coefficients de trainée aérodynamique en fonction de l'angle de lacet
$A_m$	N	Coefficient de résistance mécanique
$B_m$	N/(km/h)	Coefficient de résistance mécanique
$C_m$	N/(km/h) <sup>2</sup>	Coefficient de résistance mécanique
Baro	kPa	Pression barométrique
$C_d(Y)$		Coefficient de trainée aérodynamique à l'angle de lacet Y
D	N	Résistance à l'avancement
$D_{aero}$	N	Trainée aérodynamique
$D_f$	N	Résistance au roulement de l'essieu avant (y compris la transmission)
$D_{grav}$	N	Résistance au roulement due à la gravité
$D_{mech}$	N	Résistance au roulement mécanique

<i>Symbole</i>	<i>Unité</i>	<i>Désignation</i>
$D_r$	N	Résistance au roulement de l'essieu arrière (y compris la transmission)
$D_{\text{t\u00e9re}}$	N	Résistance au roulement des pneumatiques
$(dv/dt)$	$m/s^2$	Accélération
$g$	$m/s^2$	Constante gravitationnelle
$m$	kg	Masse du véhicule
$m_e$	kg	Masse effective du véhicule (y compris les composants en rotation)
$\rho$	$kg/m^3$	Masse volumique de l'air
$t$	s	Temps
$T$	K	Température
$v$	km/h	Vitesse du véhicule
$v_r$	km/h	Vitesse du vent apparente par rapport au véhicule
$Y$	degrés	Angle de lacet du vent apparent par rapport à la direction de déplacement du véhicule

#### 4.3.2.5.1 Forme générale

La forme générale de l'équation de mouvement peut être transcrite comme suit dans l'équation ci-après:

$$M_e \left( \frac{dv}{dt} \right) = D_{\text{mech}} + D_{\text{aero}} ;$$

Où:

$$D_{\text{mech}} = D_{\text{t\u00e9re}} + D_f + D_r ;$$

$$D_{\text{aero}} = \left( \frac{1}{2} \right) \rho C_d(Y) A v_r^2 ;$$

$M_e$  = masse effective du véhicule.

#### 4.3.2.5.2 Résistance au roulement mécanique

Bien que la résistance au roulement mécanique soit constituée de plusieurs composants représentant la résistance au roulement des pneumatiques ( $D_{\text{t\u00e9re}}$ ), la résistance au roulement de l'essieu avant et de l'essieu arrière ( $D_f$  et  $D_r$ , y compris les pertes dans la transmission), elle peut être modélisée comme une équation polynomique à trois termes par rapport à la vitesse ( $v$ ), comme ci-après:

$$D_{\text{mech}} = A_m + B_m v + C_m v^2 ;$$

Où:

$A_m$ ,  $B_m$ , et  $C_m$  sont déterminés dans le cadre de l'analyse des données. Ces constantes reflètent la résistance combinée de la transmission et des pneumatiques.

#### 4.3.2.5.3 Modélisation de la traînée aérodynamique

Le coefficient de traînée aérodynamique,  $C_d(Y)$ , peut être modélisé comme une équation polynomique à quatre termes par rapport à l'angle de lacet ( $Y$ , deg), comme ci-après:

$$c_d(Y) = a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4;$$

Où  $a_0$  à  $a_4$  sont des coefficients constants dont les valeurs sont déterminées dans le cadre de l'analyse des données. Le coefficient de traînée aérodynamique est combiné avec la surface frontale du véhicule ( $A_f$ ), et la vitesse du vent relative ( $v_r$ ) pour déterminer la traînée aérodynamique ( $D_{aero}$ ). Voir les deux équations ci-après:

$$D_{aero} = \left(\frac{1}{2}\right) \rho A_f v_r^2 C_d(Y);$$

$$D_{aero} = \left(\frac{1}{2}\right) \rho A_f v_r^2 (a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4).$$

#### 4.3.2.5.4 Forme finale de l'équation de mouvement

$$M_e = \left(\frac{dv}{dt}\right) =$$

$$= A_m + B_m v + C_m v^2 + \left(\frac{1}{2}\right) \rho A v_r^2 (a_0 + a_1 Y + a_2 Y^2 + a_3 Y^3 + a_4 Y^4)$$

#### 4.3.2.6 Réduction des données

Les techniques appliquées pour l'analyse des données de décélération libre doivent être employées pour la détermination des coefficients utilisés pour décrire la force de résistance à l'avancement. Une équation à trois termes doit être établie pour décrire la force de résistance à l'avancement en fonction de vitesse,  $F = A + Bv + Cv^2$ , corrigée pour la rapporter aux conditions normales de température ambiante et de pression, et d'air calme.

##### 4.3.2.6.1 Détermination des coefficients d'étalonnage

S'ils n'ont pas été précédemment déterminés, les facteurs d'étalonnage pour la correction pour l'obstruction causée par le véhicule doivent être déterminés pour la vitesse du vent relative et l'angle de lacet. Les mesures de la vitesse du véhicule ( $v$ ), de la vitesse du vent relative ( $v_r$ ) et du lacet ( $Y$ ) faites pendant la phase de mise en température de la procédure d'essai doivent être enregistrées. Des paires de parcours dans les deux sens sur la piste d'essai à vitesse constante de 80 km/h doivent être effectuées, et les moyennes de  $v$ ,  $v_r$  et  $Y$  pour chaque parcours doivent être déterminées. Des facteurs d'étalonnage qui réduisent au minimum les erreurs totales dues aux vents opposés et transversaux sur toutes les paires de parcours (somme de  $(head_i - head_{i+1})^2$ ), etc., doivent être sélectionnés.

##### 4.3.2.6.2 Relevé seconde par seconde des données

À partir des données périodiques recueillies pendant les parcours de décélération libre, les valeurs de  $v$ ,  $\left(\frac{dv}{dt}\right)$ ,  $v_r^2$ , et  $Y$  doivent être déterminées par application des facteurs d'étalonnage et filtrage des données pour ajuster les échantillons à 1 Hz.

- 4.3.2.6.3 Analyse préliminaire
- Par application d'une technique de régression linéaire, tous les points de données doivent être analysés en même temps.  $A_m$ ,  $B_m$ ,  $C_m$ ,  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  et  $a_4$ , doivent être déterminés,  $M_e \left( \frac{dv}{dt} \right)$ ,  $v$ ,  $v_{T0}$  et  $\rho$  étant connus.
- 4.3.2.6.4 Valeurs aberrantes
- Pour chaque point de données, la valeur prédictive de force,  $M_e \left( \frac{dv}{dt} \right)$ , doit être calculée et comparée à celle observée. Les points de données présentant des écarts excessifs, par exemple supérieurs à trois écarts types, doivent être marqués d'un repère.
- 4.3.2.6.5 Filtrage des données
- Si nécessaire, des techniques appropriées de filtrage des données peuvent être employées. Les points de données restants doivent être lissés.
- 4.3.2.6.6 Élimination des points de données extrêmes
- Les points de données comportant des angles de lacet supérieurs à  $\pm 20^\circ$  par rapport à la direction de déplacement du véhicule doivent être marqués d'un repère. Les points de données comportant des vents relatifs de moins de +5 km/h (pour éviter des conditions de vent arrière) doivent aussi être marqués d'un repère. L'analyse des données doit être limitée aux vitesses du véhicule allant de 115 à 15 km/h.
- 4.3.2.6.7 Analyse des données finales
- Toutes les données qui n'ont pas été marquées d'un repère doivent être analysées par une technique de régression linéaire.  $M_e \left( \frac{dv}{dt} \right)$ ,  $v$ ,  $v_{T0}$  et  $\rho$  étant connus,  $A_m$ ,  $B_m$ ,  $C_m$ ,  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  et  $a_4$  doivent être déterminés.
- 4.3.2.6.8 Méthode de l'analyse contrainte
- Dans une analyse contrainte, la surface frontale du véhicule ( $A$ ) et le coefficient de trainée ( $C_d$ ) sont fixés à des valeurs qui ont été précédemment déterminées; par exemple en soufflerie. Cette technique optionnelle peut permettre une séparation plus franche entre trainée aérodynamique du véhicule et résistances au roulement mécaniques, et donc une application plus exacte des facteurs de correction ambiants.
- 4.3.2.6.9 Correction pour rapporter les mesures aux conditions de référence
- Les équations de mouvement doivent être corrigées pour rapporter les mesures aux conditions de référence comme spécifié au paragraphe 4.5 de la présente annexe.]
- 4.4 Mesure de résistance à l'avancement par la méthode des capteurs de couple
- Comme alternative à la méthode de la décélération libre, la méthode des capteurs de couple peut être utilisée. Dans ce cas la résistance à l'avancement est déterminée par mesure du couple à la roue sur les roues motrices à diverses vitesses constantes, sur des périodes d'au moins 5 s. La méthode des capteurs de couple est décrite aux paragraphes 4.4.1 à 4.4.3 de la présente annexe.

- 4.4.1 Installation des capteurs de couple
- Des capteurs de couple sont installés entre le moyeu et la jante de chaque roue motrice; ils mesurent le couple nécessaire pour maintenir le véhicule à une vitesse constante.
- 4.4.2 Procédure et acquisition des données
- 4.4.2.1 Sélection des vitesses
- La plage de vitesses de référence sélectionnées  $v_j$  ( $j = 1, j = 2$ , etc.) sur laquelle la résistance à l'avancement doit être mesurée doit commencer à 15 km/h et s'étendre sur la plage de vitesses entière du cycle d'essai applicable, la différence entre  $v_j$  et  $v_{j+1}$  devant être de 20 km/h ou moins.
- 4.4.2.2 Début de la collecte de données
- La collecte de données peut commencer après une opération de mise en température conformément au paragraphe 4.2.1 de la présente annexe.
- Les mesures sont effectuées par ordre ascendant des vitesses de référence. À la demande du constructeur, des périodes de stabilisation sont autorisées entre mesures mais la vitesse de stabilisation ne doit pas dépasser la valeur de la vitesse de référence suivante.
- 4.4.2.3 Collecte des données
- Des jeux de données comprenant la vitesse réelle  $v_{ji}$ , le couple réel  $C_{ji}$  et le temps sur des périodes d'au moins 5 s doivent être enregistrés pour chaque  $v_j$  à une fréquence d'acquisition d'au moins 10 Hz. Le jeu de données recueilli sur une période pour une vitesse de référence  $v_j$  sera considéré comme représentant une mesure.
- 4.4.2.4 Écart de vitesse
- L'écart de vitesse  $v_{ji}$  par rapport à la vitesse moyenne  $v_{jm}$  (voir par. 4.4.3 de la présente annexe) doit demeurer dans la fourchette de valeurs indiquée au tableau A4/5.

Tableau A4/5

**Écart de vitesse**

<i>Période de temps, en s</i>	<i>Écart de vitesse, en km/h</i>
5-10	±0,2
10-15	±0,4
15-20	±0,6
20-25	±0,8
25-30	±1,0
≥ 30	±1,2

## 4.4.3 Calcul de la vitesse moyenne et du couple moyen

## 4.4.3.1 Mode de calcul

La vitesse moyenne  $v_{jm}$  (km/h) et le couple moyen  $C_{jm}$  (Nm) sur une période sont calculés à partir du jeu de données recueilli au paragraphe 4.4.2.3 ci-dessus comme suit:

$$v_{jm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k v_{ji} ;$$

Et

$$C_{jm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_{ji} - C_{js} ;$$

Où:

$v_{ji}$  est la vitesse du véhicule du  $i^{\circ}$  jeu de données, en km/h;

$k$  est le nombre de jeux de données;

$C_{ji}$  est le couple du  $i^{\circ}$  jeu de données, en Nm;

$C_{js}$  est le terme de compensation pour la dérive de vitesse, en Nm, donné par l'équation ci-après  $C_{js} = (m_{av} + m_r) \times \alpha_j r_j$ .

$C_{js}$  ne doit pas être supérieur à 5 % du couple moyen avant compensation, et peut être négligé si  $\alpha_j$  n'est pas supérieur à  $\pm 0,005 \text{ m/s}^2$ .

$m_{av}$  et  $m_r$  sont la masse moyenne du véhicule d'essai et la masse effective équivalente, en kg, respectivement, comme défini au paragraphe 4.3.1.4.4 ci-dessus.

$r_j$  est le rayon dynamique du pneumatique, en m, donné par l'équation  $r_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{v_{jm}}{2 \times \pi N}$ , où  $N$  est la fréquence de rotation du pneumatique entraîné, en  $s^{-1}$ ;

$\alpha_j$  est l'accélération moyenne, en  $m/s^2$ , qui doit être calculée avec

l'équation  $\alpha_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{k \sum_{i=1}^k t_i v_{ji} - \sum_{i=1}^k t_i \sum_{j=1}^k v_{ji}}{k \times \sum_{i=1}^k t_i^2 - \left[ \sum_{i=1}^k t_i \right]^2}$ , où  $t_i$  est l'instant auquel le

$i^{\circ}$  jeu de données a été mesuré, en s.

## 4.4.3.2 Exactitude de mesure

Ces mesures doivent être exécutées dans les deux sens opposés jusqu'à ce qu'un minimum de quatre valeurs consécutives à chaque  $v_i$  et dans les deux sens (a et b) aient été obtenues, pour lesquelles  $\bar{C}_j$  satisfasse à la condition requise d'exactitude  $\rho$ , en %, conformément à l'équation:

$$\rho = \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \times \frac{100}{\bar{C}_j} \leq 3 \% ;$$

Où:

$n$  est le nombre de paires de mesures pour  $C_{jm}$ ;

$\bar{C}_j$  est la résistance à l'avancement à la vitesse  $v_j$ , exprimée en Nm, donné par l'équation  $\bar{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{jmi}$ , où  $C_{jmi}$  est le couple moyen de la  $i^e$  paire de mesures à vitesse  $v_j$ , exprimé en Nm et donné par  $C_{jmi} = \frac{1}{2} \times (C_{jmai} + C_{jmibi})$  (où  $C_{jmai}$  et  $C_{jmibi}$  sont les couples moyens de la  $i^e$  mesure à vitesse  $v_j$  déterminés conformément au paragraphe 4.4.3.1 ci-dessus pour chaque sens, a et b respectivement, exprimés en Nm);

s est l'écart type, exprimé en Nm, comme défini par l'équation

$$s = \sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (C_{jmi} - \bar{C}_j)^2};$$

t est un coefficient donné au tableau A4/3 du paragraphe 4.3.1.4.2 ci-dessus.

#### 4.4.3.3 Validité de la vitesse moyenne mesurée

La vitesse moyenne  $v_{jmi}$ , ne doit pas s'écarter de sa valeur moyenne  $\bar{v}_j$  de  $\pm 1$  km/h ou de 2 % de la vitesse moyenne  $v_{jmi}$ , si cette valeur est plus grande. Les valeurs de  $v_{jmi}$  et  $\bar{v}_j$  doivent être calculées comme suit:

$$\bar{v}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{jmi};$$

$$v_{jmi} = \frac{1}{2} \times (v_{jmai} + v_{jmibi});$$

Où  $v_{jmai}$  et  $v_{jmibi}$  sont les vitesses moyennes de la  $i^e$  paire de mesures à vitesse  $v_j$  déterminées conformément au paragraphe 4.4.3.1 ci-dessus pour chaque sens, a et b respectivement, exprimées en km/h.

#### 4.4.4 Détermination de la courbe de résistance à l'avancement

Les courbes de régression ci-après pour chaque sens a et b doivent être ajustées par la méthode des moindres carrés à toutes les paires de données ( $v_{jm}$ ,  $C_{jma}$ ) et ( $v_{jm}$ ,  $C_{jmb}$ ) à tous les points de vitesse  $v_j$ , ( $j = 1, j = 2$ , etc.) comme décrit au paragraphe 4.3.1.1 ci-dessus pour la détermination des coefficients  $c_{0a}$ ,  $c_{0b}$ ,  $c_{1a}$ ,  $c_{1b}$ ,  $c_{2a}$  et  $c_{2b}$ :

$$C_a = c_{0a} + c_{1a}v + c_{2a}v^2;$$

$$C_b = c_{0b} + c_{1b}v + c_{2b}v^2;$$

Où:

$C_a$  et  $C_b$  sont les résistances à l'avancement dans les sens a et b, en Nm;

$c_{0a}$  et  $c_{0b}$  sont des termes constants dans les sens a et b, en Nm;

$c_{1a}$  et  $c_{1b}$  sont les coefficients du terme du premier ordre dans les sens a et b, en Nm (h/km);

$c_{2a}$  et  $c_{2b}$  sont les coefficients du terme du second ordre dans les sens a et b, en Nm (h/km)<sup>2</sup>;

v est la vitesse du véhicule, en km/h.

L'équation du couple total moyen se calcule au moyen de l'équation ci-après:

$$C_{\text{avg}} = c_0 + c_1 v + c_2 v^2;$$

Où les coefficients moyens  $c_0$ ,  $c_1$  et  $c_2$  sont calculés au moyen des équations ci-après:

$$c_0 = \frac{c_{0a} + c_{0b}}{2};$$

$$c_1 = \frac{c_{1a} + c_{1b}}{2};$$

$$c_2 = \frac{c_{2a} + c_{2b}}{2}.$$

Le coefficient  $c_1$  peut être supposé égal à zéro si la valeur de  $c_1 \times v$  n'est pas supérieure à 3 % de  $C$  à la ou aux vitesses de référence; dans ce cas, les coefficients  $c_0$  et  $c_2$  doivent être recalculés par la méthode des moindres carrés.

Les coefficients  $c_0$ ,  $c_1$  et  $c_2$  ainsi que les temps de décélération libre mesurés sur le banc à rouleaux (voir par. 8.2.3.3 de la présente annexe) doivent être enregistrés.

#### 4.5 Correction pour rapporter les mesures aux conditions de référence

##### 4.5.1 Facteur de correction pour la résistance de l'air

Le facteur de correction pour la résistance de l'air  $K_2$  doit être déterminé comme suit:

$$K_2 = \frac{T}{293} \times \frac{100}{P};$$

Où:

T est la température atmosphérique moyenne, en K;

P est la pression atmosphérique moyenne, en kPa.

##### 4.5.2 Facteur de correction pour la résistance au roulement

Le facteur de correction,  $K_0$ , pour la résistance au roulement, en  $K^{-1}$ , peut être déterminé sur la base de données empiriques pour l'essai d'un véhicule et de pneumatiques particuliers, ou peut être fixé arbitrairement comme suit:

$$K_0 = 8,6 \times 10^{-3}.$$

##### 4.5.3 Correction pour le vent dans le cas des mesures anémométriques stationnaires

##### 4.5.3.1 La correction pour le vent, en ce qui concerne la vitesse absolue du vent le long de la piste d'essai, doit être effectuée par soustraction de la différence qui ne peut pas être annulée par les parcours d'essai alternés du terme constant $f_0$ défini au paragraphe 4.3.1.4.5 ci-dessus, ou du terme $c_0$ défini au paragraphe 4.4.4. ci-dessus. La correction pour le vent ne doit pas être appliquée dans le cas de la méthode de décélération libre avec anémomètre embarqué.

- 4.5.3.2 La correction pour la résistance du vent  $w_1$  dans le cas de la méthode de décélération libre ou  $w_2$  dans le cas de la méthode des capteurs de couple doit être calculée au moyen des équations:

$$w_1 = 3,6^2 \times f_2 \times v_w^2 \text{ ou } w_2 = 3,6^2 \times c_2 \times v_w^2 ;$$

Où:

- $w_1$  est la correction pour la résistance du vent dans le cas de la méthode de la décélération libre, en N;
- $f_2$  est le coefficient du terme aérodynamique comme déterminé au paragraphe 4.3.1.4.5 de la présente annexe;
- $v_w$  est la vitesse moyenne du vent le long de la piste d'essai pendant l'essai, en m/s;
- $w_2$  est la correction pour la résistance du vent dans le cas de la méthode des capteurs de couple, en Nm;
- $c_2$  est le coefficient du terme aérodynamique comme déterminé au paragraphe 4.4.4 de la présente annexe.

- 4.5.4 Facteur de correction pour la masse d'essai

- 4.5.4.1 Véhicule d'essai H

Le facteur de correction  $K_1$  pour la masse d'essai du véhicule d'essai H doit être déterminé comme suit:

$$K_1 = f_0 \times \left( 1 - \frac{TM_H}{TM_{H,actual}} \right);$$

Où:

- $f_0$  est un terme constant, en N;
- $TM_H$  est la masse d'essai du véhicule d'essai H, en kg;
- $TM_{H,actual}$  est la masse d'essai réelle du véhicule d'essai H (masse moyenne  $m_{av}$ ; (voir par. 4.3.1.4.4 de la présente annexe), en kg.

- 4.5.4.2 Véhicule d'essai L

Le facteur de correction  $K_1$  pour la masse d'essai du véhicule d'essai L doit être déterminé comme suit:

$$K_1 = f_0 \times \left( 1 - \frac{TM_L}{TM_{L,actual}} \right);$$

Où:

- $f_0$  est un terme constant, en N;
- $TM_L$  est la masse d'essai du véhicule d'essai L, en kg;
- $TM_{L,actual}$  est la masse d'essai réelle du véhicule d'essai L (masse moyenne  $m_{av}$ , voir par. 4.3.1.4.4 de la présente annexe), en kg.

## 4.5.5 Correction de la courbe de résistance à l'avancement

4.5.5.1 La courbe déterminée au paragraphe 4.3.1.4.5 de la présente annexe doit être corrigée pour rapporter les mesures aux conditions de référence comme suit:

$$F^* = ((f_0 - w_1 - K_1) + f_1 v) \times (1 + K_0 (T - 293)) + K_2 f_2 v^2 ;$$

Où:

$F^*$  est la résistance totale corrigée, en N;

$f_0$  est le terme constant, en N;

$f_1$  est le coefficient du terme de premier ordre, en N (h/km);

$f_2$  est le coefficient du terme de second ordre, en N (h/km)<sup>2</sup>;

$K_0$  est le facteur de correction pour la résistance au roulement comme défini au paragraphe 4.5.2 de la présente annexe;

$K_1$  est la correction pour la masse d'essai comme défini au paragraphe 4.5.4 de la présente annexe;

$K_2$  est le facteur de correction pour la résistance de l'air comme défini au paragraphe 4.5.1 de la présente annexe;

$v$  est la vitesse du véhicule, en km/h;

$w_1$  est la correction pour la résistance du vent comme défini au paragraphe 4.5.3 de la présente annexe.

4.5.5.2 La courbe déterminée au paragraphe 4.4.4 ci-dessus doit être corrigée pour rapporter les mesures aux conditions de référence comme suit:

$$C^* = ((c_0 - w_2 - K_1) + c_1 v) \times (1 + K_0 (T - 293)) + K_2 c_2 \rho v^2 ;$$

Où:

$C^*$  est la résistance à l'avancement totale corrigée, en Nm;

$c_0$  est le terme constant, en Nm;

$c_1$  est le coefficient du terme de premier ordre, en Nm (h/km);

$c_2$  est le coefficient du terme de second ordre, en Nm (h/km)<sup>2</sup>;

$K_0$  est le facteur de correction pour la résistance au roulement comme défini au paragraphe 4.5.2 de la présente annexe;

$K_1$  est la correction pour la masse d'essai comme défini au paragraphe 4.5.4;

$K_2$  est le facteur de correction pour la résistance de l'air comme défini au paragraphe 4.5.1 de la présente annexe;

$v$  est la vitesse du véhicule, en km/h;

$w_2$  est la correction pour la résistance du vent comme défini au paragraphe 4.5.3 de la présente annexe.

5. Méthode de calcul de la valeur de résistance à l'avancement par défaut sur la base des paramètres du véhicule
- 5.1 Comme alternative à la méthode de la décélération libre ou à la méthode des capteurs de couple, une méthode de calcul de la valeur de résistance à l'avancement par défaut peut être utilisée.
- Pour ce calcul, plusieurs paramètres du véhicule, tels que masse d'essai, largeur et hauteur doivent être connus. La résistance à l'avancement ( $F_c$ ) par défaut pour plusieurs vitesses  $v$ , en km/h, est calculée. Les valeurs obtenues de résistance à l'avancement doivent être utilisées pour le réglage du banc à rouleaux. Un essai de décélération libre sur banc à rouleaux est exécuté pour garantir les réglages corrects du banc à rouleaux.
- 5.2 La force de résistance à l'avancement par défaut doit être calculée conformément à l'équation ci-après:
- $$F_c = (0,140 \times (1 + 0,00002 \times v^2) \times TM) + (0,0170 \times \text{largeur} \times \text{hauteur} \times v^2);$$
- Où:
- $F_c$  est la force calculée de résistance à l'avancement par défaut pour une vitesse du véhicule donnée  $v$ , exprimée en N;
- $v$  est la vitesse du véhicule, en km/h;
- TM masse d'essai, en kg;
- largeur largeur du véhicule, en m, comme défini au point 6.2 de la norme ISO 612:1978;
- hauteur hauteur du véhicule, en m, comme défini au point 6.3 de la norme ISO 612:1978.
6. [Réservé: Mesure de la résistance à l'avancement par une combinaison d'essais en soufflerie et au banc à rouleaux]
7. Transposition des valeurs de résistance à l'avancement sur un banc à rouleaux
- 7.1 Préparatifs de l'essai sur banc à rouleaux
- 7.1.1 Conditions de laboratoire
- 7.1.1.1 Rouleaux
- Le ou les rouleaux du banc doivent être propres, secs et nets dépôts qui puissent causer un glissement du pneumatique. Pour les bancs à rouleaux multiples, le banc doit être utilisé sur le même mode couplé ou désaccouplé que pour l'essai ultérieur de type 1. La vitesse du banc à rouleaux doit être mesurée sur le rouleau couplé au frein.
- 7.1.1.1.1 Glissement du pneumatique
- Un poids additionnel peut être chargé sur le véhicule pour éliminer le glissement du pneumatique. Le constructeur doit effectuer le réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux avec le poids additionnel. Ce dernier doit être présent aussi bien pour le réglage de la force résistante que pour les essais d'émissions. L'utilisation d'un poids additionnel doit être consignée.

- 7.1.1.2      Température du local
- La température atmosphérique du laboratoire doit être maintenue au point de consigne de  $296 \pm 5$  K correspondant aux conditions normales, sauf autre valeur requise par l'essai ultérieur.
- 7.2.          Préparation du banc à rouleaux
- 7.2.1        Réglage de la masse inertielle
- La masse inertielle équivalente du banc à rouleaux doit être réglée à la masse d'essai utilisée lors de la détermination de la résistance à l'avancement correspondante si un banc à deux axes est utilisé. Dans le cas d'un banc à un axe, la masse inertielle équivalente est accrue de l'inertie des roues et des pièces du véhicule rattachées qui ne sont pas en rotation. Si  $m_a$  a été estimé à 3 % de la masse à vide  $MV$ , la masse à ajouter au réglage d'inertie doit être de 1,5 % de  $MV$ . Si le banc à rouleaux ne permet pas de régler l'inertie à la valeur exacte, la valeur de réglage la plus proche vers le haut doit être appliquée, jusqu'à un accroissement maximal de 10 kg.
- 7.2.2        Mise en température du banc à rouleaux
- Le banc à rouleaux doit être réchauffé conformément aux recommandations du constructeur du banc, ou par une procédure appropriée, de manière à atteindre une stabilisation des pertes par frottement dans le dynamomètre.
- 7.3          Préparation du véhicule
- 7.3.1        Réglage de la pression des pneumatiques
- La pression des pneumatiques doit être réglée au maximum à 50 % (voir par. 4.2.2.3 de la présente annexe) au-dessus de la limite inférieure de la plage de pression pour le pneumatique sélectionné, comme spécifié par le constructeur du véhicule, et doit être enregistrée.
- 7.3.2        Si l'essai de détermination du réglage du dynamomètre ne permet pas de satisfaire aux critères définis au paragraphe 8.1.3 de la présente annexe du fait de l'influence de forces non reproductibles, le véhicule doit être équipé d'un mode décélération libre. Le mode décélération libre doit être approuvé et enregistré par l'autorité d'homologation.
- 7.3.2.1      Si un véhicule est équipé d'un mode décélération libre, ce dernier doit être en fonction aussi bien pendant l'essai de détermination de la résistance à l'avancement que l'essai sur banc à rouleaux.
- 7.3.3        Réglages concernant le véhicule
- Le véhicule à l'essai doit être installé sur le banc à rouleaux dans l'axe et il doit être retenu par des moyens sûrs. Dans le cas d'un rouleau simple, le point de contact du pneumatique doit être situé au maximum à  $\pm 25$  mm ou  $\pm 2$  % du diamètre du rouleau, la valeur inférieure étant retenue, du sommet du rouleau.
- 7.3.4        Mise en température du véhicule
- 7.3.4.1      Le véhicule doit être réchauffé par l'exécution du cycle WLTC applicable. Dans le cas où le véhicule a été réchauffé à 90 % de la vitesse maximale de la phase supérieure suivante conformément à la procédure décrite au paragraphe 4.2.4.1.2 de la présente annexe, cette phase supérieure doit être ajoutée au cycle WLTC applicable.

Tableau A4/6

**Mise en température du véhicule**

<i>Classe de véhicule</i>	<i>Cycle WLTC applicable</i>	<i>Phase supérieure suivante</i>	<i>Cycle de mise en température</i>
Classe 1	L & M	s.o.	L & M
Classe 2	L & M & H & Ex-H	s.o.	L & M & H & Ex-H
	L & M & H	Oui (Extra High)	
		Non	
Classe 3	L & M & H & Ex-H	L & M & H & Ex-H	L & M & H & Ex-H
	L & M & H	Oui (Extra High)	
		Non	

7.3.4.2 Si le véhicule est déjà réchauffé, la phase WLTC appliquée au paragraphe 7.3.4.1 ci-dessus, avec la plus haute vitesse, doit être exécutée sur le banc.

7.3.4.2.1 Si le constructeur envisage d'appliquer une variante de procédure de mise en température, l'équivalence de cette dernière peut être démontrée comme suit:

- a) Une mise en température avec la variante de cycle de mise en température doit être effectuée, suivie d'un réglage de la force résistante sur le banc conformément au paragraphe 8 ci-après;
- b) Après exécution du cycle applicable de démarrage à froid WLTC avec les valeurs de réglage du dynamomètre obtenues à l'étape a), une décélération libre doit être effectuée. Si les forces calculées dans les segments de vitesse satisfont aux critères du paragraphe 8.1.3.2.2 ci-après, la variante de procédure de mise en température est jugée équivalente à un cycle WLTC.

Cette variante de procédure de mise en température et le groupe de véhicules auquel peut être appliquée la variante de cycle de mise en température doivent être approuvés par l'autorité d'homologation.

8. Réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux

8.1 Réglage du banc sur la base de la méthode de la décélération libre

Cette méthode est applicable quand la résistance à l'avancement a été déterminée par la méthode de la décélération libre comme décrit au paragraphe 4.3 de la présente annexe.

8.1.1 Réglage initial de la force résistante

Pour un banc à rouleaux à réglage par coefficients, le frein du banc doit être réglé avec les coefficients initiaux arbitraires,  $A_d$ ,  $B_d$  et  $C_d$ , de l'équation ci-après:

$$F_d = A_d + B_d v + C_d v^2;$$

Où:

$F_d$  est la force résistante de réglage du dynamomètre, en N;

$v$  est la vitesse des rouleaux du banc, en km/h.

Les coefficients ci-après sont recommandés pour le réglage initial de la force:

- a)  $A_d = 0,5 \times A_t$ ,  $B_d = 0,2 \times B_t$ ,  $C_d = C_t$  pour un banc à un axe, ou  $A_d = 0,1 \times A_t$ ,  $B_d = 0,2 \times B_t$ ,  $C_d = C_t$  pour un banc à deux axes, où  $A_t$ ,  $B_t$  et  $C_t$  sont les coefficients de résistance à l'avancement visée;
- b) Ou encore des valeurs empiriques, telles que celles utilisées pour le réglage dans le cas d'un type similaire de véhicule.

Pour un banc à rouleaux à réglage par fonction polygonale, des valeurs de force résistante appropriées à chaque point de vitesse doivent être fixées pour le réglage du frein du banc.

#### 8.1.2 Décélération libre

L'essai de décélération libre sur le banc à rouleaux doit être exécuté selon la procédure indiquée aux paragraphes 4.3.1.3.1 et 4.3.1.3.2 de la présente annexe.

#### 8.1.3 Vérification

- 8.1.3.1 La valeur de résistance à l'avancement visée est calculée par application des coefficients de résistance à l'avancement visée  $A_t$ ,  $B_t$  et  $C_t$  pour chaque vitesse de référence  $v_j$ :

$$F_{ij} = A_t + B_t v_j + C_t v_j^2;$$

Où:

$F_{ij}$  est la résistance à l'avancement visée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;

$v_j$  est la  $j^{\text{e}}$  vitesse de référence, en km/h.

- 8.1.3.2 Pour le réglage de la force résistante, deux méthodes différentes peuvent être appliquées. Si le véhicule est entraîné par le banc, les méthodes décrites aux paragraphes 8.1.3.2.1 ou 8.1.3.2.2 ci-après doivent être utilisées. Si le véhicule accélère par ses propres moyens, seule la méthode du paragraphe 8.1.3.2.2 ci-après doit être utilisée. L'accélération doit être approximativement de  $6 \text{ m}^2/\text{sec}^3$ .

##### 8.1.3.2.1 Méthode des parcours fixes

Dans le cas de la procédure des parcours fixes, le logiciel de commande du banc exécute automatiquement trois essais de décélération libre, en réglant les coefficients de consigne pour chaque essai en fonction de la différence entre les coefficients mesurés et visés de l'essai antérieur. Les coefficients de consigne finaux sont alors calculés par soustraction de la moyenne sur deux essais des coefficients pour le véhicule des coefficients visés. À titre d'option, un essai unique de décélération libre de stabilisation peut être effectué avant le début de la séquence des deux essais de calcul de la moyenne.

##### 8.1.3.2.2 Méthode par itération

Les forces calculées dans les plages de vitesse spécifiées doivent demeurer dans une fourchette de tolérance de  $\pm 10 \text{ N}$  après une régression des forces pour deux essais consécutifs de décélération libre. La régression doit être calculée selon la méthode décrite au paragraphe 4.3.1.4.5 de la présente annexe.

Si l'erreur à une vitesse de référence quelconque ne satisfait pas aux critères de la méthode décrite dans le présent paragraphe, le paragraphe 8.1.4 ci-après doit être appliqué pour le réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux.

#### 8.1.4 Réglage du banc à rouleaux

Effectuer le réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux conformément à la procédure décrite à l'appendice 2 de la présente annexe, au paragraphe 1. Les opérations des paragraphes 8.1.2 et 8.1.3 ci-dessus (y compris les sous-paragraphes) doivent être répétées.

#### 8.2 Réglage de la force résistante du banc à rouleaux sur la base de la méthode des capteurs de couple

Cette méthode est applicable quand la résistance à l'avancement est déterminée sur la base de la méthode des capteurs de couple, comme spécifié au paragraphe 4.4 de la présente annexe.

##### 8.2.1 Réglage initial de la force résistante

Pour un banc à rouleaux à réglage par coefficients, le frein du banc doit être réglé avec les coefficients initiaux arbitraires,  $A_d$ ,  $B_d$  et  $C_d$ , de l'équation ci-après:

$$F_d = A_d + B_d v + C_d v^2 ;$$

Où:

$F_d$  est la force résistante de réglage du dynamomètre, en N;

$v$  est la vitesse des rouleaux du banc, en km/h.

Les coefficients ci-après sont recommandés pour le réglage initial de la force:

a)  $A_d = 0,5 \times \frac{a_t}{r'}$ ,  $B_d = 0,2 \times \frac{b_t}{r'}$ ,  $C_d = \frac{c_t}{r'}$  pour un banc à un axe, ou

$A_d = 0,1 \times \frac{a_t}{r'}$ ,  $B_d = 0,2 \times \frac{b_t}{r'}$ ,  $C_d = \frac{c_t}{r'}$  pour un banc à deux axes, où  $a_t$ ,  $b_t$  et  $c_t$

sont les coefficients pour le couple visé;  $r'$  est le rayon dynamique du pneumatique sur le banc à rouleaux, en m, obtenu par calcul de la moyenne des valeurs  $r'_i$  calculées comme défini dans l'appendice 1 de la présente annexe, au paragraphe 2.1;

b) Ou encore des valeurs empiriques, telles que celles utilisées pour le réglage dans le cas d'un type similaire de véhicule.

Pour un banc à rouleaux à réglage par fonction polygonale, des valeurs de force appropriées à chaque point de vitesse doivent être fixées pour le réglage du frein du banc.

#### 8.2.2 Mesure du couple aux roues

L'essai de mesure du couple sur le banc à rouleaux doit être effectué selon la procédure décrite au paragraphe 4.4.2. Les capteurs de couple doivent être identiques à ceux utilisés dans l'essai sur route précédent.

#### 8.2.3 Vérification

##### 8.2.3.1 La valeur de résistance à l'avancement visée est calculée par application des coefficients de couple visé $a_t$ , $b_t$ et $c_t$ pour chaque vitesse de référence $v_j$ .

$$F_{tj} = \frac{a_t + b_t * v_j + c_t * v_j^2}{r'}$$

Où:

$F_{tj}$  est la résistance à l'avancement visée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;

$v_j$  est la  $j^e$  vitesse de référence, en km/h.

$r'$  est le rayon dynamique du pneumatique sur le banc à rouleaux, en m, obtenu par calcul de la moyenne des valeurs  $r'_j$  calculées comme défini dans l'appendice 1 de la présente annexe, au paragraphe 2.1.

- 8.2.3.2 L'erreur,  $\varepsilon_j$ , en % de la résistance à l'avancement simulée  $F_{sj}$ , doit être calculée.  $F_{sj}$  est déterminée conformément à la méthode décrite dans l'appendice 1 de la présente annexe, au paragraphe 2, pour la résistance à l'avancement visée  $F_{tj}$  à chaque vitesse de référence  $v_j$ .

$$\varepsilon_j = \frac{F_{sj} - F_{tj}}{F_{tj}} \times 100$$

Le facteur  $\frac{C_{xkm}}{r'}$  obtenu comme défini dans l'appendice 1 de la présente annexe, aux paragraphes 2.1 et 8.2.3, respectivement, peut être utilisé dans l'équation ci-dessus au lieu de  $F_{sj}$ .

Il doit être vérifié si les erreurs à toutes les vitesses de références satisfont aux critères d'erreur ci-après dans deux essais consécutifs de décélération libre, sauf autre prescription des règlements.

$[\varepsilon_j \leq 3 \%$  pour  $v_j \geq 50$  km/h

$\varepsilon_j \leq 2 \%$  pour  $v_j \geq 50$  km/h

$\varepsilon_j \leq 5 \%$  pour  $20$  km/h  $< v_j < 50$  km/h

$\varepsilon_j \leq 3 \%$  pour  $20$  km/h  $< v_j < 50$  km/h

$\varepsilon_j \leq 10 \%$  pour  $v_j = 20$  km/h

$\varepsilon_j \leq 10 \%$  pour  $v_j = 20$  km/h]

Si l'erreur à une vitesse de référence quelconque ne satisfait pas à ces critères, le paragraphe 7.2.1.4 doit être appliqué pour le réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux.

- 8.2.3.3 Réglage du banc à rouleaux

Effectuer le réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux conformément à la procédure décrite à l'appendice 2 de l'annexe 4, au paragraphe 2. Les opérations des paragraphes 8.2.2 et 8.2.3 doivent être répétées.

Une fois le banc à rouleaux réglé conformément aux tolérances spécifiées, un essai de décélération libre du véhicule est effectué sur le banc à rouleaux, selon la procédure décrite au paragraphe 4.3.1.3 de la présente annexe. Le temps de décélération libre est enregistré.

## Annexe 4 – Appendice 1

### Calcul de la résistance à l'avancement pour l'essai sur banc à rouleaux

1. Calcul de la résistance à l'avancement simulée sur la base de la méthode de la décélération libre

Lorsque la résistance à l'avancement est mesurée par la méthode de la décélération libre comme spécifié au paragraphe 4.3 de la présente annexe, le calcul de la résistance à l'avancement simulée  $F_{sj}$  pour chaque vitesse de référence  $v_j$ , en km/h, doit être exécuté comme décrit aux paragraphes 1.1 à 1.3 du présent appendice.

- 1.1 La résistance à l'avancement mesurée est calculée conformément à l'équation suivante:

$$F_{mj} = \frac{1}{3,6} \times (m_d + m'_r) \times \frac{2 \times \Delta v}{\Delta t_j};$$

Où:

$F_{mj}$  est la résistance à l'avancement mesurée pour chaque vitesse de référence  $v_j$ , en N;

$m_d$  est la masse inertielle équivalente du banc à rouleaux, en kg;

$m'_r$  est la masse effective équivalente des roues motrices et composants du véhicule en rotation avec les roues au cours de la décélération libre sur le banc à rouleaux, en kg;  $m'_r$  peut être mesuré ou calculé par une technique appropriée. Par défaut,  $m'_r$  peut être estimé à 3 % de la masse à vide du véhicule (MV) pour un véhicule à quatre roues motrices permanent, et à 1,5 % de la masse à vide pour un véhicule à deux roues motrices;

$\Delta t_j$  est le temps de décélération libre correspondant à la vitesse  $v_j$ , en s.

- 1.2 Les coefficients  $A_s$ ,  $B_s$  et  $C_s$  de l'équation suivante d'approximation doivent être déterminés par régression par la méthode des moindres carrés avec la valeur  $F_{mj}$  calculée:

$$F_s = A_s + B_s v + C_s v^2.$$

- 1.3 La résistance à l'avancement simulée pour chaque vitesse de référence  $v_j$  est déterminée conformément à l'équation suivante, avec les valeurs  $A_s$ ,  $B_s$  et  $C_s$  calculées:

$$F_{sj} = A_s + B_s v_j + C_s v_j^2.$$

2. Calcul de la résistance à l'avancement simulée sur la base de la méthode des capteurs de couple

Lorsque la résistance à l'avancement est mesurée par la méthode des capteurs de couple comme spécifié au paragraphe 4.4 de l'annexe 4, le calcul de la résistance à l'avancement simulée  $F_{sj}$  pour chaque vitesse de référence  $v_j$ , en km/h, doit être exécuté comme décrit aux paragraphes 2.1 à 2.3 ci-dessous.

- 2.1 La vitesse moyenne  $v_{jm}$ , en km/h, et le couple moyen  $C_{jm}$ , en Nm, pour chaque vitesse de référence  $v_j$  doivent être calculés conformément aux équations suivantes:

$$v_{jm} = \frac{1}{k \sum_{i=1}^k v_{ji}} ;$$

Et

$$C_{jm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k C_{ji} - C_{jc} ;$$

Où:

$v_{ji}$  est la vitesse du véhicule du  $i^{\circ}$  jeu de données, en km/h;

$k$  est le nombre de jeux de données;

$C_{ji}$  est le couple du  $i^{\circ}$  jeu de données, en Nm;

$C_{jc}$  est le terme de compensation pour la dérive de vitesse, en Nm, donné par l'équation ci-après:

$$C_{jc} = (m_d + m'_r) \alpha_j r'_j$$

$C_{js}$  ne doit pas être supérieur à 5 % du couple moyen avant compensation, et peut être négligé si  $\alpha_j$  n'est pas supérieur à  $\pm 0,005 \text{ m/s}^2$ .

$m_d$  est la masse inertielle équivalente du banc à rouleaux, en kg;

$m'_r$  est la masse effective équivalente des roues motrices et composants du véhicule en rotation avec les roues au cours de la décélération libre sur le banc à rouleaux, en kg;  $m'_r$  peut être mesuré ou calculé par une technique appropriée. Par défaut,  $m'_r$  peut être estimé à 3 % de la masse à vide (MV) pour un véhicule à quatre roues motrices permanent, et à 1,5 % de la masse à vide pour un véhicule à deux roues motrices;

$\alpha_j$  est l'accélération moyenne, en  $\text{m/s}^2$ , qui doit être calculée selon l'équation:

$$\alpha_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{k \sum_{i=1}^k t_i v_{ij} - \sum_{i=1}^k t_i \sum_{i=1}^k v_{ji}}{k \sum_{i=1}^k t_i^2 - \left( \sum_{i=1}^k t_i \right)^2} ;$$

Où:

$t_i$  est l'instant auquel le  $i^{\circ}$  jeu de données a été mesuré, en s;

$r'_j$  est le rayon dynamique du pneumatique, en m, donné par l'équation:

$$r'_j = \frac{1}{3,6} \times \frac{v_{jm}}{2 \times \pi N} ;$$

Où  $N$  est la fréquence de rotation du pneumatique entraîné, en  $\text{s}^{-1}$ .

- 2.2 Les coefficients  $a_s$ ,  $b_s$  et  $c_s$  de l'équation suivante d'approximation doivent être déterminés par régression par la méthode des moindres carrés avec la valeur  $v_{jm}$  calculée et le  $C_{jm}$ :

$$F_s = \frac{f_s}{r'} = \frac{a_s + b_s v + c_s v^2}{r'}$$

- 2.3 La résistance à l'avancement simulée pour chaque vitesse de référence  $v_j$  est déterminée conformément à l'équation suivante, avec les valeurs  $a_s$ ,  $b_s$  et  $c_s$ :

$$F_{sj} = \frac{f_{sj}}{r'} = \frac{a_s + b_s v_j + c_s v_j^2}{r'}$$

## Annexe 4 – Appendice 2

### Ajustement du réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux

1. Ajustement du réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux sur la base de la méthode de la décélération libre

L'ajustement du réglage de la force résistante doit être effectué conformément aux équations suivantes:

$$\begin{aligned} F_{di}^* &= F_{di} - F_j = F_{di} - F_{si} + F_{ti} = ; \\ &= (A_d + B_d v_j + C_d v_j^2) - (A_s + B_s v_j + C_s v_j^2) + (A_t + B_t v_j + C_t v_j^2) = ; \\ &= (A_d + A_t - A_s) + (B_d + B_t + B_s) v_j + (C_d + C_t - C_s) v_j^2 . \end{aligned}$$

Par conséquent:

$$A_d^* = A_d + A_t - A_s;$$

$$B_d^* = B_d + B_t - B_s;$$

$$C_d^* = C_d + C_t - C_s.$$

Les paramètres utilisés dans ces équations sont les suivants:

$F_{di}^*$  est le nouveau réglage de la force résistante du banc à rouleaux, en N;

$F_j$  est la résistance à l'avancement de réglage, qui est égale à  $F_{si} - F_{ti}$ , en N;

$F_{si}$  est la résistance à l'avancement simulée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;

$F_{ti}$  est la résistance à l'avancement visée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;

$A_d^*$ ,  $B_d^*$  et  $C_d^*$  sont les nouveaux coefficients de réglage du banc à rouleaux.

2. Ajustement du réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux sur la base de la méthode des capteurs de couple

L'ajustement du réglage de la force résistante sur le banc à rouleaux doit être effectué conformément à l'équation suivante:

$$\begin{aligned} F_{di}^* &= F_{di} - \frac{F_{ej}}{r'} = F_{di} - F_{si} + \frac{F_{tj}}{r'} = \\ &= (A_d + B_d v_j + C_d v_j^2) - \frac{(a_s + b_s v_j + c_s v_j^2)}{r'} + \frac{(a_t + b_t v_j + c_t v_j^2)}{r'} = \\ &= \left\{ A_d + \frac{(a_t - a_s)}{r'} \right\} + \left\{ B_d + \frac{(b_t + b_s)}{r'} \right\} v_j + \left\{ C_d + \frac{(c_t - c_s)}{r'} \right\} v_j^2 . \end{aligned}$$

Par conséquent:

$$A^*_d = A_d + \frac{a_t - a_s}{r'};$$

$$B^*_d = B_d + \frac{b_t - b_s}{r'};$$

$$C^*_d = C_d + \frac{c_t - c_s}{r'}.$$

Les paramètres utilisés dans ces équations sont les suivants:

- $F^*_{di}$  est le nouveau réglage de la force résistante du banc à rouleaux, en N;
- $F_{ej}$  est la résistance à l'avancement de réglage, qui est égale à  $F_{si} - F_{ti}$ , en N;
- $F_{si}$  est la résistance à l'avancement simulée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;
- $F_{ti}$  est la résistance à l'avancement visée à la vitesse de référence  $v_j$ , en N;
- $A^*_d$ ,  $B^*_d$  et  $C^*_d$  sont les nouveaux coefficients de réglage du banc à rouleaux;
- $r'$  est le rayon dynamique du pneumatique sur le banc à rouleaux, en m, obtenu par calcul de la moyenne des valeurs  $r'_j$  calculées comme défini dans l'appendice 1 de l'annexe 4, au paragraphe 2.1.

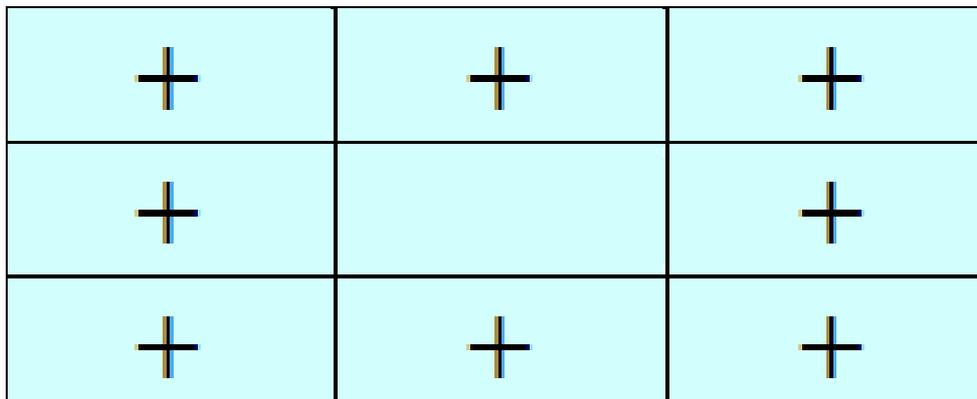
## Annexe 5

### Équipement d'essai et étalonnages

1. Spécifications et paramètres du banc d'essai
  - 1.1 Spécifications du ventilateur de refroidissement
    - 1.1.1 Un courant d'air de vitesse variable doit être dirigé sur le véhicule. Dans la plage de vitesses supérieures à 5 km/h, la vitesse linéaire de l'air à la sortie de la soufflante doit être égale à la vitesse du rouleau. L'écart entre la vitesse linéaire de l'air à la sortie de la soufflante et la vitesse du rouleau ne doit pas dépasser  $\pm 5$  km/h ou  $\pm 10$  % de la vitesse du rouleau, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue.
    - 1.1.2 Pour déterminer la vitesse de l'air, on calcule la valeur moyenne à partir de plusieurs points de mesure situés comme suit:
      - a) Pour les ventilateurs à section de sortie rectangulaire, ces points sont situés au centre de chacun des neuf rectangles obtenus en divisant la section totale de sortie en trois parties égales en largeur et en hauteur. Le rectangle central ne doit pas être mesuré (comme le montre la figure A5/1);

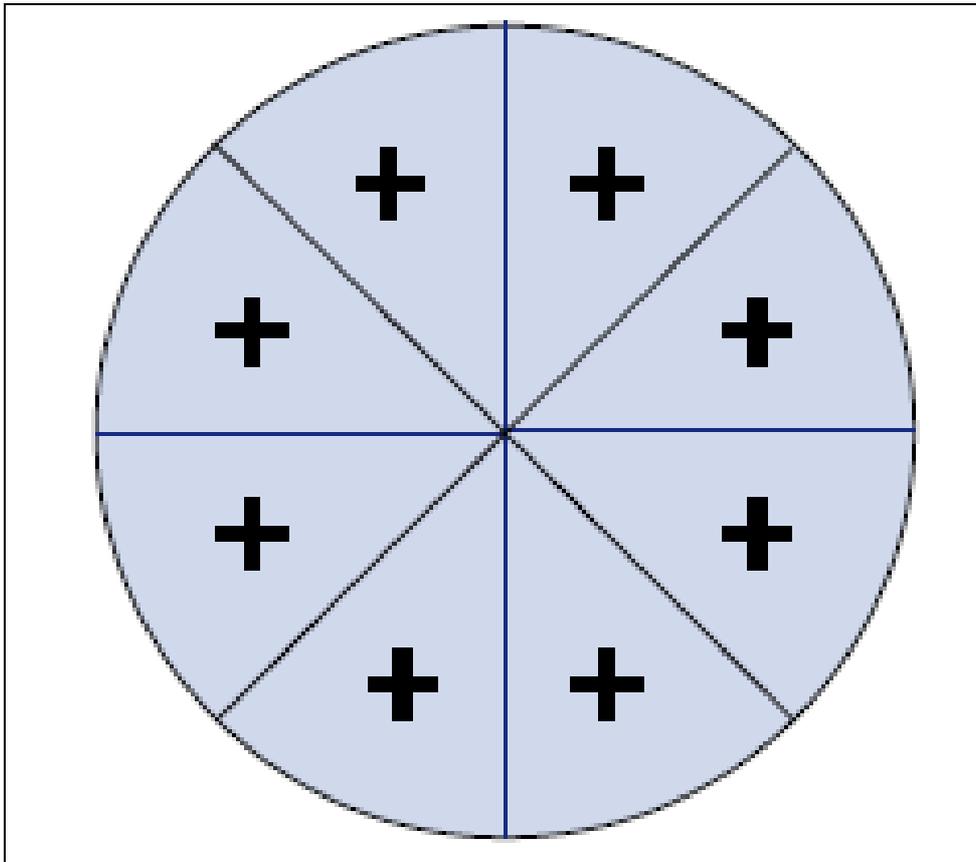
Figure A5/1

#### Ventilateur à section de sortie rectangulaire



- b) Pour les ventilateurs à section de sortie circulaire, la section de sortie doit être divisée en huit secteurs angulaires par des diamètres verticaux, horizontaux et à  $45^\circ$ . Les points de mesure sont situés sur l'axe médian de chaque secteur (coupant celui-ci en deux sous-secteurs de  $22,5^\circ$  d'arc) à deux tiers de la longueur du rayon par rapport au centre (comme le montre la figure A5/2).

Figure A5/2  
Ventilateur à section de sortie circulaire



Aucun véhicule ni aucun autre objet ne doit se trouver devant le ventilateur lorsque les mesures sont prises. Le dispositif utilisé pour mesurer la vitesse linéaire de l'air doit être situé à une distance de 0 à 20 cm de l'orifice de sortie.

- 1.1.3 La section de sortie de la soufflante doit avoir les caractéristiques suivantes:
- a) Surface: 0,3 m<sup>2</sup> au moins; et
  - b) Largeur ou diamètre: 0,8 m au moins.
- 1.1.4 La position du ventilateur doit être la suivante:
- a) Hauteur du bord inférieur au-dessus du sol: environ 20 cm;
  - b) Distance par rapport à l'avant du véhicule: environ 30 cm.
- 1.1.5 La hauteur et la position latérale du ventilateur de refroidissement peuvent également être modifiées, à la demande du constructeur et lorsque cela a été jugé approprié par l'autorité d'homologation.
- 1.1.6 Dans les cas décrits ci-dessus, la position du ventilateur de refroidissement (hauteur et distance) doit être enregistrée et être utilisée pour tout essai ultérieur.

- 2. Banc à rouleaux
  - 2.1 Prescriptions générales
    - 2.1.1 Le banc doit permettre de simuler la résistance à l'avancement sur route, et permettre le réglage d'au moins trois paramètres définissant ladite résistance de manière à faire varier la forme de la courbe d'absorption de puissance.
    - 2.1.2 L'utilisation d'un banc à simulation électrique de l'inertie est admise s'il a été démontré que ce banc donnait des résultats équivalents à ceux des systèmes à inertie mécanique.
    - 2.1.3 Le banc peut comporter un ou deux rouleaux. Dans le cas des bancs à deux rouleaux, les rouleaux doivent être couplés de façon permanente ou le rouleau avant doit entraîner, directement ou indirectement, les masses d'inertie et le frein.
  - 2.2 Prescriptions spécifiques

Les prescriptions spécifiques suivantes concernent les spécifications du banc telles que fournies par le fabricant.

    - 2.2.1 L'excentricité du rouleau doit être inférieure à 0,25 mm en tous les points de mesure.
    - 2.2.2 Le diamètre du cylindre ne doit pas excéder  $\pm 1,0$  mm de la valeur nominale spécifiée à tous les points de mesure.
    - 2.2.3 Le banc doit être équipé d'un chronomètre permettant de déterminer les accélérations et de mesurer les temps de parcours en roue libre du véhicule ou du banc. L'exactitude de ce chronomètre doit être d'au moins  $\pm 0,001$  %.
    - 2.2.4 Le banc doit être équipé d'un tachymètre dont l'exactitude doit être d'au moins  $\pm 0,080$  km/h.
    - 2.2.5 Le temps de réponse du banc (réponse de 90 % à une variation de la force de traction) à une accélération instantanée d'au moins  $3 \text{ m/s}^2$  doit être inférieur à 100 ms.
    - 2.2.6 La masse inertielle de référence du banc doit être déclarée par le fabricant. L'écart par rapport à cette valeur déclarée ne doit pas dépasser  $\pm 0,5$  % pour chaque valeur de masse inertielle de référence mesurée; lors d'essais effectués dans des conditions constantes d'accélération, de décélération et de force d'entraînement, l'écart par rapport à la valeur moyenne obtenue par calcul dynamique ne doit pas dépasser  $\pm 0,2$  %.
    - 2.2.7 La vitesse du rouleau doit être enregistrée à une fréquence d'au moins 1 Hz.
  - 2.3 Prescriptions spécifiques complémentaires pour bancs destinés aux essais de véhicules en mode quatre roues motrices
    - 2.3.1 Le système de commande du mode quatre roues motrices doit être conçu de telle sorte que les conditions suivantes soient remplies lorsqu'il est utilisé avec un véhicule soumis au cycle WLTC.
      - 2.3.1.1 La simulation de la résistance à l'avancement sur route doit être effectuée de telle manière que cette opération en mode quatre roues motrices reproduise le même dosage de forces que lors de la conduite du véhicule sur un sol lisse, sec et plan.

- 2.3.1.2 Toutes les vitesses des rouleaux doivent être synchronisées, dans une limite de variation qui ne doit pas dépasser  $\pm 0,16$  km/h. Cela peut être évalué par application d'un filtre à moyenne mobile sur 1 s aux données de vitesse des rouleaux acquises à une fréquence de 20 Hz, et doit être vérifié lors de l'installation du banc et après toute réparation ou opération d'entretien importantes.
- 2.3.1.3 La différence entre les distances respectivement parcourues en 200 ms par les rouleaux avant et arrière doit à tout moment être inférieure à 0,1 m. S'il peut être démontré qu'il est satisfait à ce critère, la prescription énoncée au paragraphe 2.3.1.2 ci-dessus est caduque.
- 2.3.1.4 La différence entre les distances respectivement parcourues par les rouleaux avant et arrière doit être inférieure à 0,2 % de la distance totale parcourue au cours du cycle WLTC. Le calcul de cette différence doit s'effectuer sur les sommes des valeurs absolues des distances parcourues par chaque rouleau.
- 2.4 Étalonnage du banc à rouleaux
- 2.4.1 Système de mesure de la force
- L'exactitude et la linéarité du capteur de force doivent être d'au moins  $\pm 10$  N pour tout incrément mesuré. Cela doit être vérifié lors de l'installation initiale, après toute opération d'entretien importante et dans les 370 jours avant les essais.
- 2.4.2 Étalonnage des pertes parasites du banc à rouleaux
- Les pertes parasites du banc à rouleaux doivent être mesurées et actualisées si une valeur mesurée s'écarte de plus de 2,5 N de la courbe de perte appliquée jusque-là. Cela doit être vérifié lors de l'installation initiale, après toute opération d'entretien importante et dans les 35 jours avant les essais.
- 2.4.3 Vérification de la simulation de la résistance à l'avancement sur route sans véhicule
- L'efficacité du banc doit être vérifiée en effectuant un essai de décélération en roue libre à vide lors de l'installation initiale, après toute opération d'entretien importante et dans les 7 jours avant les essais. L'erreur sur la force de décélération moyenne, telle que mesurée entre 20 km/h et 130 km/h à des intervalles de vitesse de 10 km/h, doit être inférieure à 10 N ou 2 % à chaque point mesuré, la plus grande des deux valeurs étant retenue.
3. Système de dilution des gaz d'échappement
- 3.1 Description du système
- 3.1.1 Description générale
- 3.1.1.1 Un système à dilution du flux total doit être utilisé. À cette fin, la totalité des gaz d'échappement du véhicule doit être diluée de manière continue avec de l'air ambiant, dans des conditions contrôlées au moyen d'un système de prélèvement à volume constant. Un venturi à régime critique (CFV), plusieurs venturis à régime critique disposés en parallèle, une pompe volumétrique (PDP), un venturi subsonique (SSV) ou un débitmètre ultrasonique (USFM) peuvent être utilisés. Le volume total du mélange de gaz d'échappement et d'air de dilution doit être mesuré et un échantillon proportionnel de ce volume doit être collecté de façon continue pour analyse. Les émissions massiques par constituant des gaz d'échappement sont déterminées d'après les concentrations dans l'échantillon, compte tenu de la concentration de ces gaz dans l'air ambiant et d'après le débit totalisé sur la durée de l'essai.

- 3.1.1.2 Le système de dilution des gaz d'échappement se compose d'un tuyau de raccordement, d'une chambre de mélange, d'un tunnel de dilution, d'un dispositif de conditionnement de l'air de dilution, d'un dispositif d'aspiration et d'un dispositif de mesure du débit. Les sondes de prélèvement doivent être installées dans le tunnel de dilution comme indiqué aux paragraphes 4.1, 4.2 et 4.3 (et leurs sous-paragraphes) de la présente annexe.
- 3.1.1.3 La chambre de mélange mentionnée au paragraphe 3.1.1.2 ci-dessus est un réceptacle, tel que représenté sur la figure A5/3, dans lequel les gaz d'échappement du véhicule et l'air de dilution sont mélangés de façon à produire un mélange homogène au point de prélèvement.
- 3.2 Prescriptions générales
- 3.2.1 Les gaz d'échappement du véhicule doivent être dilués avec une quantité suffisante d'air ambiant pour empêcher une condensation d'eau dans le système de prélèvement et de mesure quelles que soient les conditions rencontrées lors des essais.
- 3.2.2 Le mélange d'air et de gaz d'échappement doit être homogène à la position des sondes de prélèvement (voir sect. 3.3.3 ci-dessous). Les sondes doivent prélever des échantillons représentatifs des gaz d'échappement dilués.
- 3.2.3 Le système doit permettre de mesurer le volume total de gaz d'échappement dilués.
- 3.2.4 L'appareillage de prélèvement doit être étanche aux gaz. La conception du système de prélèvement à dilution variable et les matériaux dont il est constitué doivent être tels qu'ils n'affectent pas la concentration des constituants dans les gaz d'échappement dilués. Si l'un des éléments de l'appareillage (échangeur de chaleur, séparateur à cyclone, ventilateur, etc.) modifie la concentration de l'un quelconque des constituants des gaz d'échappement dans les gaz dilués et que ce défaut ne puisse pas être corrigé, l'échantillon de ce constituant doit être prélevé en amont de cet élément.
- 3.2.5 Tous les éléments du système de dilution qui entrent en contact avec les gaz d'échappement bruts ou dilués doivent être conçus de manière à réduire le plus possible le dépôt ou l'altération des matières particulaires. Ils doivent être fabriqués en matériaux conducteurs de l'électricité qui ne réagissent pas avec les constituants des gaz d'échappement, et être mis à la masse afin de prévenir les effets électrostatiques.
- 3.2.6 Si le système d'échappement du véhicule d'essai est doté de plusieurs sorties, les tuyaux de raccordement doivent être reliés entre eux aussi près que possible du véhicule sans pour autant affecter son fonctionnement.
- 3.3 Prescriptions particulières
- 3.3.1 Raccordement au(x) tuyau(x) d'échappement
- 3.3.1.1 L'extrémité amont du tuyau de raccordement est située à la sortie du tuyau d'échappement. L'extrémité aval du tuyau est définie comme le point de prélèvement, ou premier point de dilution. Dans les configurations à sorties d'échappement multiples dans lesquelles toutes les sorties sont réunies, l'extrémité amont du tuyau de raccordement peut être située au point le plus aval où toutes les sorties d'échappement sont réunies.
- 3.3.1.2 Le tuyau de raccordement reliant le véhicule au système de dilution doit être conçu de manière à réduire le plus possible les pertes thermiques.

- 3.3.1.3 Le tuyau de raccordement entre le point de prélèvement et le système de dilution doit satisfaire aux prescriptions suivantes:
- a) Sa longueur doit être inférieure à 3,6 m, ou à 6,1 m s'il est isolé thermiquement. Son diamètre intérieur ne peut dépasser 105 mm; l'épaisseur des matériaux isolants doit être d'au moins 25 mm et leur conductivité thermique doit être inférieure ou égale à  $0,1 \text{ W/m}^{-1}\text{K}^{-1}$  à 400 °C. Il est facultatif de chauffer le tube à une température supérieure au point de rosée, ce qui est réputé être le cas si le tube est chauffé à 70 °C;
  - b) Il ne doit pas modifier la pression statique à la ou aux sorties d'échappement du véhicule d'essai de plus de  $\pm 0,75 \text{ kPa}$  à 50 km/h ou de plus de  $\pm 1,25 \text{ kPa}$  sur toute la durée de l'essai, par rapport aux pressions statiques enregistrées lorsque les sorties d'échappement du véhicule sont libres. La pression doit être mesurée dans le tuyau de sortie d'échappement ou dans une rallonge ayant le même diamètre, aussi près que possible de l'extrémité du tuyau. Un appareillage de prélèvement permettant d'abaisser ces tolérances à  $\pm 0,25 \text{ kPa}$  peut être utilisé si le constructeur le demande par écrit au service technique, en démontrant la nécessité de cet abaissement;
  - c) Aucun élément du tuyau de raccordement ne doit être fait d'un matériau susceptible de modifier la composition gazeuse ou solide des gaz d'échappement. Pour éviter la production de particules provenant de tuyaux de raccordement en élastomères, les élastomères utilisés doivent être aussi stables que possible thermiquement et ne doivent pas être utilisés à la jonction entre l'échappement du véhicule et le tuyau de raccordement.
- 3.3.2 Conditionnement de l'air de dilution
- 3.3.2.1 On doit faire passer l'air de dilution utilisé pour la dilution primaire dans le tunnel du système de prélèvement à volume constant à travers un dispositif dont le matériau filtrant soit capable de capturer au moins 99,95 % [ $> 99,97 \%$ ] des particules les plus pénétrantes ou à travers un filtre appartenant au minimum à la classe H13 telle qu'elle est définie par la norme européenne EN 1822:2009, c'est-à-dire à travers un dispositif qui satisfasse aux spécifications des filtres à très haute efficacité (filtres THE). Il est possible d'épurer l'air de dilution au charbon de bois avant de le faire passer dans le filtre THE, auquel cas il est recommandé de placer un filtre à particules grossières supplémentaire avant le filtre THE et après l'épurateur à charbon de bois.
- 3.3.2.2 À la demande du constructeur du véhicule, l'air de dilution peut être prélevé et analysé conformément aux règles de l'art pour déterminer les quantités de particules ambiantes présentes dans le tunnel, qui peuvent ensuite être soustraites des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement dilués. Voir le paragraphe 1.2.1.4 de l'annexe 6.
- 3.3.3 Tunnel de dilution
- 3.3.3.1 Des dispositions doivent être prises pour mélanger les gaz d'échappement du véhicule et l'air de dilution. On peut utiliser un ajutage mélangeur.
- 3.3.3.2 L'homogénéité du mélange dans une coupe transversale quelconque au niveau de la sonde de prélèvement ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 2\%$  de la valeur moyenne obtenue en au moins cinq points situés à des intervalles égaux sur le diamètre de la veine de gaz.

- 3.3.3.4 Pour le prélèvement des particules, on utilise un tunnel de dilution. Ce tunnel doit:
- Consister en un tube droit réalisé en un matériau conducteur de l'électricité, qui doit être raccordé à la terre;
  - Engendrer des turbulences (nombre de Reynolds  $\geq 4\ 000$ ) et être d'une longueur suffisante pour assurer le mélange complet des gaz d'échappement et de l'air de dilution;
  - Être d'un diamètre d'au moins 200 mm;
  - Pouvoir être isolé.
- 3.3.4 Dispositif d'aspiration
- 3.3.4.1 Ce dispositif peut avoir une gamme de vitesses fixes, de manière à maintenir un débit suffisant pour empêcher la condensation de l'eau. Ce résultat est réputé atteint si le débit est:
- Double du débit maximal de gaz d'échappement produits par les phases d'accélération du cycle d'essai; ou
  - Suffisant pour que la concentration de CO<sub>2</sub> dans le sac de prélèvement des gaz d'échappement dilués soit maintenue en dessous de 3 % en volume pour l'essence et le gazole, en dessous de 2,2 % en volume pour le GPL et en dessous de 1,5 % en volume pour le GN/biométhane.
- 3.3.4.2 Le respect des prescriptions énoncées ci-dessus peut ne pas être nécessaire si le système de prélèvement à volume constant est conçu de manière à empêcher la condensation grâce à une technique ou combinaison de techniques telles que:
- Réduction de la teneur en eau (déshumidification) de l'air de dilution;
  - Chauffage de l'air de dilution et de tous les composants jusqu'à l'appareil de mesure du débit de gaz d'échappement dilués, ainsi que, facultativement, du système de prélèvement par sacs, y compris les sacs de collecte et le système de mesure des concentrations dans les sacs.
- En pareil cas, il convient de justifier la vitesse d'écoulement dans le système de prélèvement retenue pour l'essai en démontrant qu'aucune condensation d'eau ne peut se produire en un point quelconque du système de prélèvement, du dispositif de collecte par sacs ou du système d'analyse.
- 3.3.5 Mesure du volume dans le système de dilution primaire
- 3.3.5.1 La méthode de mesure du volume total de gaz d'échappement dilués appliquée dans le système de prélèvement à volume constant doit être telle que l'exactitude soit d'au moins  $\pm 2\%$  dans toutes les conditions de fonctionnement. Si le dispositif employé ne peut pas compenser les variations de température du mélange de gaz d'échappement et d'air de dilution au point de mesure, on doit utiliser un échangeur de chaleur pour maintenir la température dans une plage ne s'écartant pas de plus de  $\pm 6\text{ K}$  de la température de fonctionnement prescrite dans le cas des systèmes de prélèvement par pompe volumétrique ou par débitmètre ultrasonique, et de plus de  $\pm 11\text{ K}$  de la température de fonctionnement prescrite dans le cas des systèmes de prélèvement par venturi à régime critique ou par venturi subsonique.

- 3.3.5.2 Si nécessaire, on peut protéger le dispositif de mesure du volume avec des dispositifs tels que séparateur à cyclone ou filtre à particules grossières, etc.
- 3.3.5.3 Un capteur de température doit être installé immédiatement en amont du dispositif de mesure du volume. L'exactitude et la précision de ce capteur doivent être de  $\pm 1$  K, et son temps de réponse doit être de 0,1 s à 62 % d'une variation de température donnée (valeur mesurée dans de l'huile de silicone).
- 3.3.5.4 La détermination de la pression par rapport à la pression atmosphérique s'effectue en amont et, si nécessaire, en aval du dispositif de mesure du volume.
- 3.3.5.5 L'exactitude et la précision des mesures de pression au cours de l'essai doivent être de  $\pm 0,4$  kPa.

### 3.3.6 Description du système recommandé

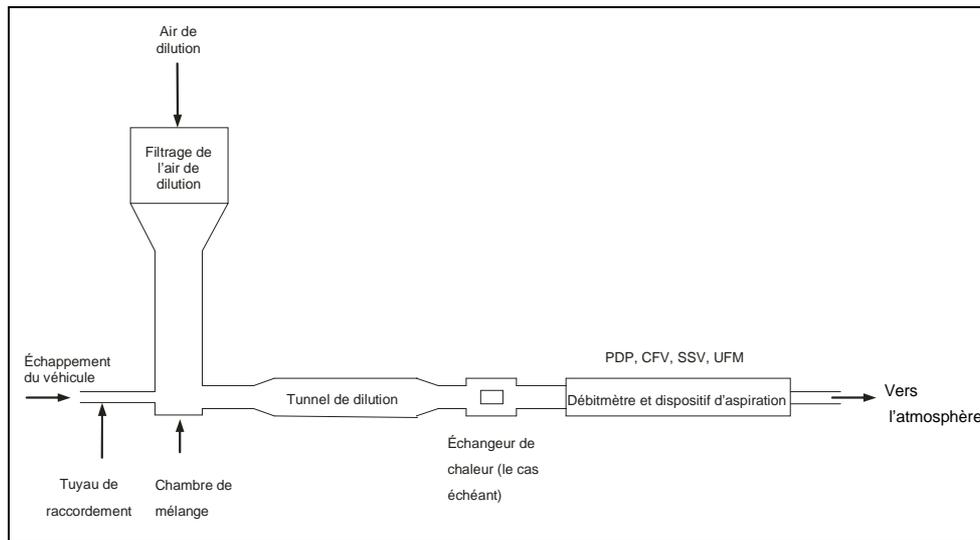
La figure A5/3 présente un schéma de principe d'un système recommandé de dilution des gaz d'échappement qui satisfait aux prescriptions de la présente annexe.

Les éléments suivants sont recommandés:

- a) Un filtre pour l'air de dilution, qui peut être préchauffé si nécessaire. Ce filtre est constitué de plusieurs filtres montés dans l'ordre suivant: un filtre à charbon de bois (facultatif) (à l'entrée) et un filtre à particules à très haute efficacité (THE) (à la sortie). Si un filtre à charbon de bois est utilisé, il est recommandé d'ajouter un filtre à particules grossières en aval de celui-ci et en amont du filtre THE. Le filtre à charbon de bois sert à abaisser et à stabiliser la concentration d'hydrocarbures des émissions ambiantes présentes dans l'air de dilution;
- b) Un tuyau de raccordement, par lequel les gaz d'échappement du véhicule sont acheminés dans le tunnel de dilution;
- c) Le cas échéant, un échangeur de chaleur tel que décrit au paragraphe 3.3.5.1 ci-dessus;
- d) Une chambre de mélange, dans laquelle les gaz d'échappement et l'air sont mélangés de façon homogène, et qui peut être placée à proximité du véhicule de manière à réduire au minimum la longueur du tuyau de raccordement;
- e) Un tunnel de dilution, dans lequel sont prélevés les échantillons de mesure des particules;
- f) On peut protéger le système de mesure au moyen, par exemple, d'un séparateur à cyclone ou d'un filtre à particules grossières;
- g) Un dispositif d'aspiration d'une capacité suffisante pour traiter le volume total de gaz d'échappement dilués.

Étant donné que des résultats exacts peuvent être obtenus grâce à diverses configurations, il n'est pas obligatoire que l'installation soit rigoureusement conforme au schéma. On pourra utiliser divers éléments supplémentaires (appareils, vannes, solénoïdes ou interrupteurs) en vue de recueillir davantage d'informations ou de coordonner le fonctionnement des éléments du dispositif.

Figure A5/3  
Système de dilution des gaz d'échappement



### 3.3.6.1 Pompe volumétrique (PDP)

3.3.6.1.1 Un système de dilution du flux total à pompe volumétrique permettant de déterminer le débit de gaz traversant la pompe à température et pression constantes peut être utilisé pour satisfaire aux conditions formulées dans la présente annexe. La mesure du volume total est donnée par le nombre de tours accomplis par la pompe volumétrique, qui est étalonnée. L'échantillon proportionnel est prélevé à débit constant au moyen de la pompe, d'un débitmètre et d'une vanne de réglage du débit.

### 3.3.6.2 Venturi à régime critique (CFV)

3.3.6.2.1 L'utilisation d'un venturi à régime critique dans le système de dilution du flux total est une application des principes de la mécanique des fluides dans les conditions d'écoulement critique. Le débit variable du mélange d'air de dilution et de gaz d'échappement est maintenu à une vitesse sonique directement proportionnelle à la racine carrée de la température des gaz. Le débit est contrôlé, calculé et intégré de manière continue pendant tout l'essai.

3.3.6.2.2 L'emploi d'un venturi additionnel pour le prélèvement garantit la proportionnalité des échantillons gazeux prélevés dans le tunnel de dilution. La pression et la température étant égales aux entrées des deux venturis, le volume de gaz prélevé est proportionnel au volume total de mélange de gaz d'échappement dilués produit, et le système remplit donc les prescriptions énoncées à la présente annexe.

3.3.6.2.3 Un venturi à régime critique employé à des fins de mesure sert à mesurer le débit volumique des gaz d'échappement dilués.

### 3.3.6.3 Venturi subsonique (SSV)

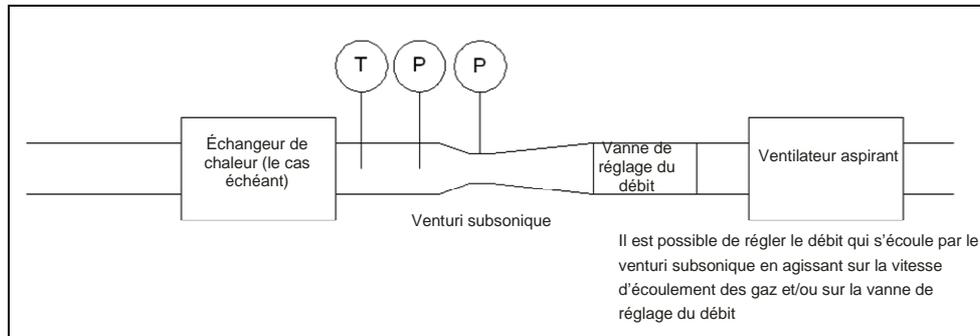
3.3.6.3.1 L'utilisation d'un venturi subsonique (SSV) dans un système de dilution du flux total est une application des principes de la mécanique des fluides. Le débit variable du mélange d'air de dilution et de gaz d'échappement est maintenu à une vitesse subsonique calculée à partir des dimensions physiques

du venturi subsonique, de la température et de la pression absolues à l'entrée du venturi, et de la pression dans le col du venturi. Le débit est contrôlé, calculé et intégré tout au long de l'essai.

- 3.3.6.3.2 Un venturi subsonique employé à des fins de mesure sert à mesurer le débit volumique des gaz d'échappement dilués.

Figure A5/4

**Schéma d'un venturi subsonique (SSV)**



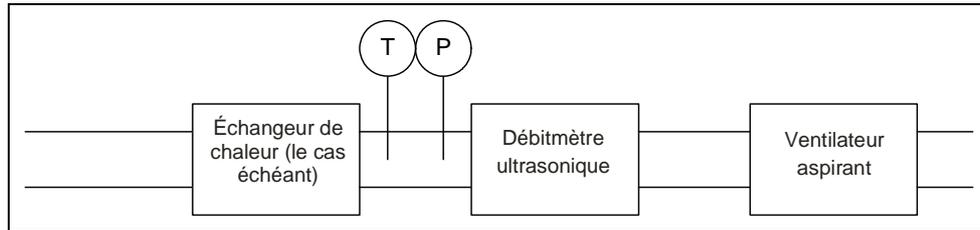
3.3.6.4 Débitmètre ultrasonique (USFM)

- 3.3.6.4.1 Un débitmètre ultrasonique mesure la vitesse des gaz d'échappement dilués en utilisant des émetteurs-détecteurs ultrasoniques tel qu'indiqué sur la figure A5/5. La vitesse des gaz est convertie en débit volumique normalisé à l'aide d'un facteur d'étalonnage du diamètre du tube, corrigé en temps réel de la température des gaz d'échappement dilués et de la pression absolue.

3.3.6.4.2 Les éléments du système sont les suivants:

- a) Un dispositif d'aspiration équipé d'une commande de vitesse, d'une vanne de réglage du débit ou de tout autre dispositif permettant de régler le débit du système de prélèvement à volume constant et de maintenir un débit volumique constant dans des conditions normales;
- b) Un débitmètre ultrasonique;
- c) Des dispositifs de mesure de la température (T) et de la pression (P) nécessaires au réglage du débit;
- d) Le cas échéant, un échangeur de chaleur destiné à régler la température des gaz d'échappement dilués en amont du débitmètre suivant les prescriptions du paragraphe 3.3.5.1 ci-dessus. Pendant tout l'essai, la température du mélange air/gaz d'échappement telle que mesurée immédiatement en amont du dispositif d'aspiration ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 6$  K de la température moyenne de fonctionnement pendant l'essai.

Figure A5/5

**Schéma d'un débitmètre ultrasonique (USFM)**

3.3.6.4.3 Les prescriptions suivantes s'appliquent à la conception et à l'utilisation d'un système de prélèvement à volume constant à débitmètre ultrasonique:

- a) La vitesse des gaz d'échappement dilués doit donner un nombre de Reynolds supérieur à 4 000 afin de maintenir un écoulement turbulent uniforme en amont du débitmètre ultrasonique;
- b) Le débitmètre ultrasonique doit être installé dans un tuyau de diamètre constant et d'une longueur égale à 10 fois son diamètre, et être positionné à une distance de 5 diamètres de l'orifice amont du tuyau;
- c) Un capteur de la température des gaz d'échappement dilués doit être installé immédiatement en amont du débitmètre ultrasonique. L'exactitude et la précision de ce capteur doivent être de  $\pm 1$  K et son temps de réponse à 62 % d'une variation de température donnée (valeur mesurée dans de l'huile de silicone) doit être de 0,1 s;
- d) La pression absolue des gaz d'échappement dilués doit être mesurée immédiatement en amont du débitmètre ultrasonique, avec une exactitude d'au moins  $\pm 0,3$  kPa;
- e) Si aucun échangeur de chaleur n'est installé en amont du débitmètre ultrasonique, le débit d'écoulement des gaz d'échappement dilués, ramené à des conditions normales, doit être maintenu à un niveau constant pendant l'essai par réglage du dispositif d'aspiration ou d'une vanne de réglage du débit ou par tout autre moyen.

3.4 Étalonnage du système de prélèvement à volume constant

3.4.1 Prescriptions générales

3.4.1.1 On étalonne le système de prélèvement à volume constant en utilisant un débitmètre exact et un dispositif limitant le débit. On mesure le débit traversant le système à diverses valeurs de pression, ainsi que les paramètres de réglage du système, puis on détermine la relation de ces derniers avec le débit. Le dispositif de mesure du débit doit être de type dynamique et convenir pour les forts débits rencontrés dans l'utilisation du système de prélèvement à volume constant. Le dispositif doit être d'une précision certifiée et conforme à une norme nationale ou internationale officielle.

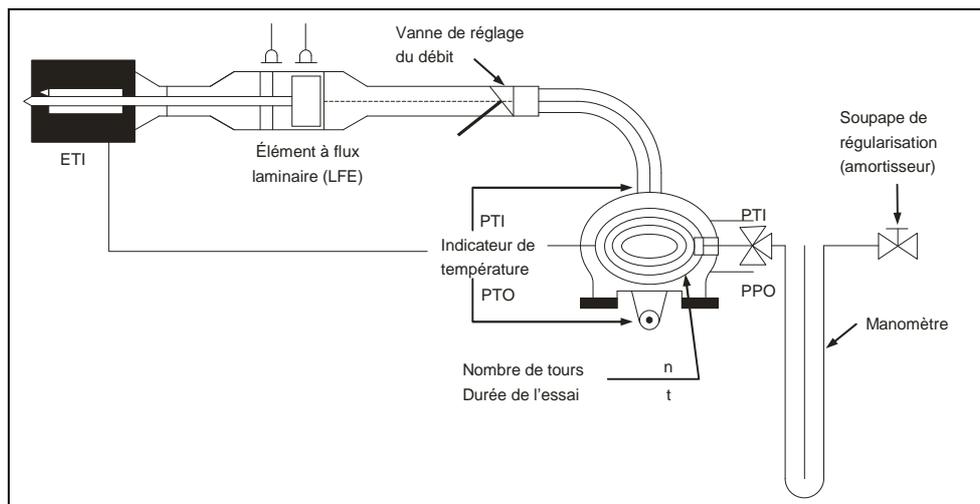
3.4.1.1.1 Le débitmètre utilisé peut être de divers types: venturi étalonné, débitmètre laminaire, débitmètre à turbine étalonné, par exemple, à condition qu'il s'agisse d'un appareil de mesure dynamique, et qui satisfasse en outre aux prescriptions du paragraphe 3.3.5 de la présente annexe.

3.4.1.1.2 On trouvera dans les paragraphes qui suivent une description des méthodes applicables pour l'étalonnage des appareils de prélèvement à pompe volumétrique, à venturi à régime critique, à venturi subsonique ou à débitmètre ultrasonique, fondées sur l'emploi d'un débitmètre laminaire offrant l'exactitude voulue et sur une vérification statistique de la validité de l'étalonnage.

- 3.4.2 Étalonnage d'une pompe volumétrique (PDP)
- 3.4.2.1 La procédure d'étalonnage définie ci-après décrit l'appareillage, la configuration d'essai et les divers paramètres à mesurer pour déterminer le débit de la pompe du système de prélèvement. Tous les paramètres relatifs à la pompe doivent être mesurés simultanément avec les paramètres relatifs au débitmètre raccordé en série à la pompe. On peut alors tracer la courbe du débit calculé (exprimé en  $\text{m}^3/\text{min}$  à l'entrée de la pompe, à pression et température absolue), rapporté à une fonction de corrélation correspondant à une combinaison donnée de paramètres de la pompe. L'équation linéaire exprimant la relation entre le débit de la pompe et la fonction de corrélation est alors déterminée. Si la pompe du système de prélèvement est dotée de plusieurs vitesses d'entraînement, une opération d'étalonnage doit être exécutée pour chaque vitesse utilisée.
- 3.4.2.2 Cette procédure d'étalonnage est basée sur la mesure des valeurs absolues des paramètres de la pompe et du débitmètre concernant le débit en chaque point. Pour que la précision et la continuité de la courbe d'étalonnage soient garanties, les trois conditions suivantes doivent être respectées.
- 3.4.2.2.1 Les pressions à l'intérieur de la pompe doivent être mesurées sur des piquages pratiqués sur le corps même de la pompe et non pas sur des tuyauteries externes raccordées à l'entrée et à la sortie de la pompe. Des piquages respectivement installés au point haut et au point bas de la plaque frontale d'entraînement de la pompe sont soumis aux pressions réelles régnant dans le carter de la pompe et les mesures qui sont effectuées sur ces piquages traduisent donc des écarts de pression absolus.
- 3.4.2.2.2 Une température stable doit être maintenue au cours de l'étalonnage. Le débitmètre laminaire est sensible aux variations de la température d'entrée, qui provoquent une dispersion des valeurs mesurées. Des variations progressives de la température de  $\pm 1$  K sont acceptables, à condition qu'elles se produisent sur une période de plusieurs min.
- 3.4.2.2.3 Toutes les tuyauteries de raccordement entre le débitmètre et la pompe du CVS doivent être étanches.
- 3.4.2.3 Au cours d'un essai de détermination des émissions d'échappement, la mesure de ces mêmes paramètres de la pompe permet à l'utilisateur de calculer le débit d'après l'équation d'étalonnage.
- 3.4.2.4 La figure A5/6 de la présente annexe représente un exemple de configuration d'essai. Des variantes offrant une exactitude comparable peuvent être admises, à condition qu'elles soient approuvées par l'autorité d'homologation. Si l'on utilise l'installation décrite à la figure A5/6, les paramètres suivants doivent satisfaire aux tolérances d'exactitude ci-après:
- |   |                  |
|---|------------------|
| Pression barométrique (corrigée) ( $P_b$ ):                               | $\pm 0,03$ kPa   |
| Température ambiante ( $T_a$ ):   | $\pm 0,2$ K      |
| Température de l'air à l'entrée de l'élément à flux laminaire (ETI):      | $\pm 0,15$ K     |
| Dépression en amont de l'élément à flux laminaire (EPI):                  | $\pm 0,01$ kPa   |
| Perte de charge à travers la matrice de l'élément à flux laminaire (EDP): | $\pm 0,0015$ kPa |

Température de l'air à l'entrée de la pompe du CVS (PTI):	±0,2 K
Température de l'air à la sortie de la pompe du CVS (PTO):	±0,2 K
Dépression à l'entrée de la pompe du CVS (PPI):	±0,22 kPa
Hauteur de refoulement à la sortie de la pompe du CVS (PPO):	±0,22 kPa
Nombre de tours de la pompe au cours de l'essai (n):	±1 min <sup>-1</sup>
Durée de l'essai (minimum 250 s) (t):	±0,1 s

Figure A5/6

**Configuration d'étalonnage pour système de prélèvement à pompe volumétrique**

3.4.2.5 Une fois réalisé le montage représenté à la figure A5/6 de la présente annexe, régler la vanne de réglage du débit à pleine ouverture et faire fonctionner la pompe du CVS pendant 20 min avant de commencer les opérations d'étalonnage.

3.4.2.5.1 Refermer partiellement la vanne de réglage du débit de manière à obtenir un accroissement de la dépression à l'entrée de la pompe (1 kPa environ) de manière à disposer d'un minimum de six points de mesure pour l'ensemble de l'étalonnage. Laisser le système atteindre son régime stabilisé pendant 3 min et répéter les mesures.

3.4.2.5.2 Le débit d'air  $Q_s$  à chaque point d'essai est calculé en m<sup>3</sup>/min (conditions normales) d'après les valeurs de mesure du débitmètre, selon la méthode prescrite par le fabricant.

3.4.2.5.3 Le débit d'air est alors converti en débit de la pompe ( $V_0$ ), exprimé en mètres cubes par tour (m<sup>3</sup>/tr) à température et à pression absolues à l'entrée de la pompe:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \times \frac{T_p}{273,2} \times \frac{101,33}{P_p};$$

Où:

$V_0$  est le débit de la pompe à  $T_p$  et  $P_p$ , en m<sup>3</sup>/tr;

$Q_s$  est le débit d'air à 101,325 kPa et 273,15 K, en m<sup>3</sup>/min;

$T_p$  est la température absolue à l'entrée de la pompe, en K;

$P_p$  est la pression absolue à l'entrée de la pompe, en kPa;

$n$  est la vitesse de rotation de la pompe, en  $\text{min}^{-1}$ .

- 3.4.2.5.4 Pour compenser l'interaction de la vitesse de rotation de la pompe, des variations de pression de celle-ci et du taux de glissement de la pompe, la fonction de corrélation ( $x_0$ ) entre la vitesse de la pompe ( $n$ ), l'écart de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe et la pression absolue à la sortie de la pompe est calculée par la formule suivante:

$$x_0 = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_e}};$$

Où:

$x_0$  est la fonction de corrélation;

$\Delta P_p$  est l'écart de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe, en kPa;

$P_e$  est la pression absolue à la sortie de la pompe ( $PPO + P_b$ ), en kPa.

On exécute un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés pour obtenir les équations d'étalonnage qui ont pour formule:

$$V_0 = D_0 - M(x_0);$$

$$n = A - B(\Delta P_p);$$

$D_0$ ,  $M$ ,  $A$  et  $B$  sont les constantes de pente et d'ordonnée à l'origine décrivant les courbes.

- 3.4.2.6 Si le système de prélèvement est doté de plusieurs vitesses de fonctionnement, un étalonnage doit être exécuté pour chaque vitesse. Les courbes d'étalonnage obtenues pour ces vitesses doivent être sensiblement parallèles et les valeurs d'ordonnée à l'origine  $D_0$  doivent croître à mesure que la plage de débit de la pompe décroît.

- 3.4.2.7 Les valeurs calculées au moyen de l'équation doivent se situer à  $\pm 0,5$  % de la valeur mesurée de  $V_0$ . Les valeurs de  $M$  peuvent varier d'une pompe à l'autre. L'étalonnage doit être exécuté lors de la mise en service de la pompe et après toute opération importante d'entretien.

- 3.4.3 Étalonnage d'un venturi à régime critique (CFV)

- 3.4.3.1 L'étalonnage d'un venturi à régime critique se fonde sur l'équation de débit suivante:

$$Q_s = \frac{K_v P}{\sqrt{T}};$$

Où:

$Q_s$  est le débit, en  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$K_v$  est le coefficient d'étalonnage;

$P$  est la pression absolue, en kPa;

$T$  est la température absolue, en K.

Le débit de gaz est fonction de la pression et de la température d'entrée.

La procédure d'étalonnage décrite ci-après donne la valeur du coefficient d'étalonnage aux valeurs mesurées de pression, de température et de débit d'air.

3.4.3.2 Pour l'étalonnage de l'appareillage électronique d'un venturi à régime critique, on suit la procédure recommandée par le fabricant.

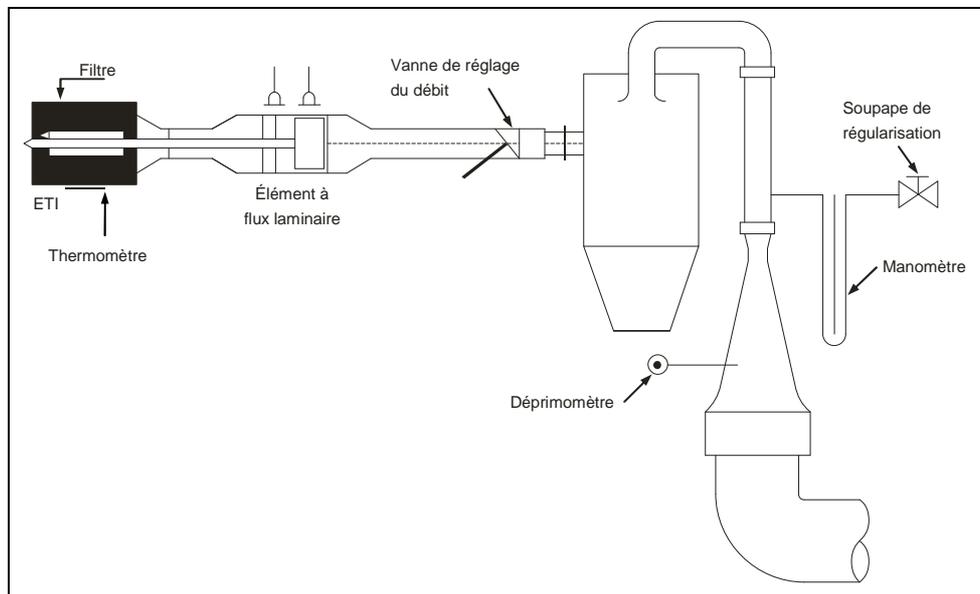
3.4.3.3 Lors des mesures nécessaires pour l'étalonnage du débit du venturi à régime critique, les paramètres suivants doivent satisfaire aux tolérances de précision ci-après:

Pression barométrique (corrigée) ( $P_b$ ):	$\pm 0,03$ kPa
Température de l'air à l'entrée de l'élément à flux laminaire (ETI):	$\pm 0,15$ K
Dépression en amont de l'élément à flux laminaire (EPI):	$\pm 0,01$ kPa
Chute de pression à travers la matrice de l'élément à flux laminaire (EDP):	$\pm 0,0015$ kPa
Débit d'air ( $Q_s$ ):	$\pm 0,5$ %
Dépression à l'entrée du système de prélèvement (PPI):	$\pm 0,02$ kPa
Température à l'entrée du venturi ( $T_v$ ):	$\pm 0,2$ K

3.4.3.4 Installer l'équipement conformément à la figure A5/7 de la présente annexe et contrôler son étanchéité. Toute fuite existant entre le dispositif de mesure du débit et le venturi à régime critique affecterait gravement l'exactitude de l'étalonnage.

Figure A5/7

**Configuration d'étalonnage pour système de prélèvement à venturi à régime critique**



3.4.3.4.1 Régler la vanne de réglage du débit à pleine ouverture, mettre en marche le dispositif d'aspiration et laisser le système atteindre son régime stabilisé. Enregistrer les valeurs données par tous les appareils.

- 3.4.3.4.2 Faire varier le réglage de la vanne de réglage du débit et exécuter au moins huit mesures réparties sur la plage d'écoulement critique du venturi.
- 3.4.3.4.3 On utilise les valeurs enregistrées lors de l'étalonnage pour déterminer les éléments ci-après:
- 3.4.3.4.3.1 Le débit d'air  $Q_s$  à chaque point d'essai est calculé d'après les valeurs de mesure du débitmètre, selon la méthode prescrite par le fabricant.
- On calcule les valeurs du coefficient d'étalonnage pour chaque point d'essai:

$$K_v = \frac{Q_s \sqrt{T_v}}{P_v};$$

Où:

$Q_s$  est le débit d'air à 273,15 K et 101,325 kPa, en  $m^3/min$ ;

$T_v$  est la température à l'entrée du venturi, en K;

$P_v$  est la pression absolue à l'entrée du venturi, en kPa.

- 3.4.3.4.3.2 Établir une courbe de  $K_v$  en fonction de la pression à l'entrée du venturi. Pour un écoulement sonique, la valeur de  $K_v$  est relativement constante. À mesure que la pression décroît (c'est-à-dire que la dépression croît), le venturi se débloque et  $K_v$  décroît. Les variations de  $K_v$  qui en découlent ne sont pas tolérables.
- 3.4.3.4.3.3 Pour un nombre minimal de huit points dans la région critique, calculer le  $K_v$  moyen et l'écart type.
- 3.4.3.4.3.4 Si l'écart type dépasse 0,3 % du  $K_v$  moyen, il est nécessaire de prendre des mesures pour y remédier.

#### 3.4.4 Étalonnage d'un venturi subsonique (SSV)

- 3.4.4.1 L'étalonnage d'un venturi subsonique est basé sur l'équation du débit d'un venturi subsonique. Le débit de gaz est fonction de la pression à l'entrée et de la température et de la perte de pression entre l'entrée du venturi subsonique et le col.
- 3.4.4.2 Analyse des données
- 3.4.4.2.1 Le débit d'air ( $Q_{SSV}$ ) à chaque réglage (minimum 16 réglages) doit être calculé en  $m^3/s$  normaux à partir des données du débitmètre suivant la méthode préconisée par le fabricant. Le coefficient de décharge doit être calculé à partir des données d'étalonnage pour chaque réglage, et cela de la manière suivante:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times P_p \times \sqrt{\left\{ \frac{1}{T} \times (r_p^{1,426} - r_p^{1,713}) \times \left( \frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,426}} \right) \right\}}};$$

Où:

$Q_{SSV}$  est le débit d'air en conditions normales (101,325 kPa, 273,15 K), en  $m^3/s$ ;

$T$  est la température à l'entrée du venturi, en K;

$d_v$  est le diamètre du col du venturi, en m;

$r_p$  est le rapport de la pression statique absolue entre le col et l'entrée du venturi  $(1 - \frac{\Delta P}{P_p})$ ;

$r_D$  est le rapport du diamètre  $d_v$  du col du venturi au diamètre  $D$  de la tuyauterie d'entrée.

Pour déterminer la plage de débit subsonique, on tracera une courbe de  $C_d$  en fonction du nombre de Reynolds  $Re$  au col du SSV. Le nombre de Reynolds au col du SSV est calculé au moyen de l'équation suivante:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu};$$

Où:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T};$$

$A_1 = 25,55152$ , constante de conversion pour  $(\frac{1}{m^3}) (\frac{min}{s}) (\frac{mm}{m})$ ;

$Q_{SSV}$  est le débit d'air en conditions normales (101,325 kPa, 273,15 K), en  $m^3/s$ ;

$d_v$  est le diamètre du col du SSV, en m;

$\mu$  est la viscosité absolue ou dynamique du gaz, en kg/ms;

$b = 1,458 \times 10^6$  (constante empirique), en  $kg/ms K^{0,5}$ ;

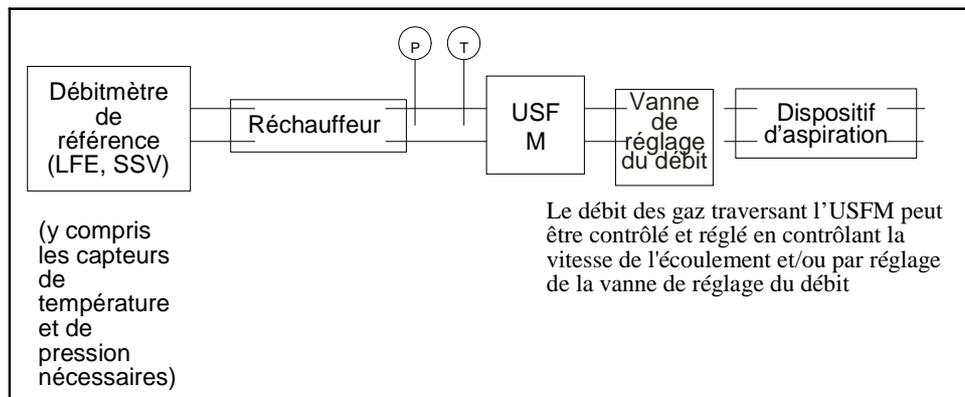
$S = 110,4$  (constante empirique), en K.

- 3.4.4.2.2 Étant donné que  $Q_{SSV}$  est un facteur d'entrée dans l'équation  $Re$ , on doit commencer les calculs par une approximation initiale pour la valeur  $Q_{SSV}$  ou  $C_d$  du venturi d'étalonnage, et procéder par itération jusqu'à ce que  $Q_{SSV}$  converge. L'exactitude de la méthode de convergence doit être d'au moins 0,1 % de point.
- 3.4.4.2.3 Pour un minimum de 16 points dans la région du débit subsonique, les valeurs calculées de  $C_d$  à partir de l'équation d'ajustement de la courbe d'étalonnage résultante ne doivent pas s'écarter de plus de  $\pm 0,5\%$  de la valeur  $C_d$  mesurée pour chaque point d'étalonnage.
- 3.4.5 Étalonnage d'un débitmètre ultrasonique (USFM)
- 3.4.5.1 Le débitmètre ultrasonique doit être étalonné par rapport à un débitmètre de référence approprié.
- 3.4.5.2 Le débitmètre ultrasonique doit être étalonné avec la même configuration du système de prélèvement à débit constant que celle utilisée dans la chambre d'essai (tuyauterie de gaz d'échappement dilués, dispositif d'aspiration). L'absence de fuites doit être vérifiée (voir fig. A5/8).
- 3.4.5.3 Dans le cas où le débitmètre ultrasonique n'est pas équipé d'un échangeur de chaleur, un dispositif de chauffage doit être installé pour conditionner le flux de gaz lors des opérations d'étalonnage.
- 3.4.5.4 Pour chaque réglage du débit du système de prélèvement qui sera utilisé, l'étalonnage doit être effectué à des températures allant de la température ambiante à la température maximale rencontrée au cours des essais du véhicule.

- 3.4.5.5 Pour l'étalonnage de l'appareillage électronique du débitmètre ultrasonique, on suit la procédure recommandée par le fabricant.
- 3.4.5.6 Lors des mesures nécessaires pour l'étalonnage du débit du débitmètre ultrasonique, les paramètres suivants (dans le cas d'un élément à flux laminaire) doivent satisfaire aux tolérances de précision ci-après:
- |   |                  |
|---|------------------|
| Pression barométrique (corrigée) ( $P_b$ ):                                 | $\pm 0,03$ kPa   |
| Température de l'air à l'entrée de l'élément à flux laminaire (ETI):        | $\pm 0,15$ K     |
| Dépression en amont de l'élément à flux laminaire (EPI):                    | $\pm 0,01$ kPa   |
| Chute de pression à travers la matrice de l'élément à flux laminaire (EDP): | $\pm 0,0015$ kPa |
| Débit d'air ( $Q_s$ ):  | $\pm 0,5$ %      |
| Dépression à l'entrée du débitmètre ultrasonique ( $P_{act}$ ):             | $\pm 0,02$ kPa   |
| Température à l'entrée du débitmètre ultrasonique ( $T_{act}$ ):            | $\pm 0,2$ K      |
- 3.4.5.7 Procédure
- 3.4.5.7.1 Installer l'équipement conformément à la figure A5/8 de la présente annexe et contrôler l'étanchéité. Toute fuite existant entre le dispositif de mesure du débit et le débitmètre ultrasonique affecterait gravement l'exactitude de l'étalonnage.

Figure A5/8

Configuration d'étalonnage pour système de prélèvement à débitmètre ultrasonique



- 3.4.5.7.2 Mettre en route le dispositif d'aspiration. Ajuster la vitesse du dispositif d'aspiration et/ou la vanne de réglage du débit de manière qu'ils fournissent le débit de consigne pour la validation, et laisser le système atteindre son régime stabilisé. Enregistrer les données de tous les instruments.
- 3.4.5.7.3 Dans le cas où le système de prélèvement à débitmètre ultrasonique n'est pas équipé d'un échangeur de chaleur, faire fonctionner le réchauffeur de manière à élever la température de l'air d'étalonnage, le laisser atteindre son régime stabilisé et enregistrer les données fournies par tous les instruments. La température doit être augmentée progressivement jusqu'à ce que soit atteinte la température maximale des gaz d'échappement dilués prévue pour les essais de mesure des émissions.

- 3.4.5.7.4 Éteindre alors le réchauffeur et ajuster la vitesse du dispositif d'aspiration et/ou la vanne de réglage du débit sur le débit de consigne suivant susceptible d'être utilisé pour les essais de mesure des émissions des véhicules et répéter la séquence d'étalonnage.
- 3.4.5.8 On utilise les valeurs enregistrées lors de l'étalonnage pour déterminer les éléments ci-après. Le débit d'air  $Q_s$  à chaque point d'essai est calculé d'après les valeurs de mesure du débitmètre, selon la méthode prescrite par le fabricant.

$$K_v = \frac{Q_{\text{reference}}}{Q_s}$$

Où:

$Q_s$  est le débit d'air en conditions normales (101,325 kPa, 273,15 K), en  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$Q_{\text{reference}}$  est le débit d'air dans le débitmètre de référence utilisé pour l'étalonnage, en conditions normales (101,325 kPa, 273,15 K), en  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$K_v$  est le coefficient d'étalonnage.

Dans le cas des systèmes de prélèvement à débitmètre ultrasonique non équipés d'un échangeur de chaleur, on doit établir la courbe de  $K_v$  en fonction de  $T_{\text{act}}$ .

La variation maximale de  $K_v$  ne doit pas s'écarter de plus de 0,3 % de la valeur moyenne de  $K_v$  dans l'ensemble des mesures effectuées à différentes températures.

- 3.5 Procédure de vérification du système
- 3.5.1 Prescriptions générales
- 3.5.1.1 On détermine l'exactitude globale de l'appareillage de prélèvement à volume constant et du système d'analyse en introduisant une masse connue d'un composé gazeux dans le système alors que celui-ci fonctionne comme pour un essai normal; ensuite, on exécute l'analyse et on calcule la masse du composé gazeux selon les formules de l'annexe 7, en prenant toutefois comme masse volumique du propane la valeur de 1,967 g/l aux conditions normales. La méthode de l'orifice à régime critique (sect. 3.5.1.1.1 de la présente annexe) et la méthode gravimétrique (sect. 3.5.1.1.2 de la présente annexe) sont réputées fournir une précision suffisante.
- L'écart maximal admis entre la quantité de gaz introduite et la quantité de gaz mesurée est de 2 %.
- 3.5.1.1.1 Méthode de l'orifice à régime critique
- La méthode de l'orifice à régime critique permet de mesurer un débit constant de gaz pur ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  ou  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) à l'aide d'un dispositif muni d'un orifice à régime critique.
- 3.5.1.1.1.1 Une quantité déterminée de gaz pur ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  ou  $\text{C}_3\text{H}_8$ ) est introduite dans le système de prélèvement par l'orifice à régime critique étalonné. Si la pression d'entrée est suffisamment élevée, le débit  $q$ , réglé au moyen de l'orifice à régime critique, est indépendant de la pression de sortie de l'orifice (conditions d'écoulement critique). Si les écarts observés dépassent 2 %,

la cause de l'anomalie doit être déterminée et supprimée. On fait fonctionner le système de prélèvement comme pour un essai de mesure des émissions d'échappement pendant 5 à 10 min. On analyse à l'aide du dispositif habituel les gaz recueillis dans le sac de collecte et on compare les résultats obtenus à la teneur déjà connue des échantillons de gaz.

#### 3.5.1.1.2 Méthode gravimétrique

La méthode gravimétrique permet de mesurer une quantité donnée de gaz pur (CO, CO<sub>2</sub> ou C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>).

3.5.1.1.2.1 On utilise une petite bouteille remplie soit de monoxyde de carbone, soit de propane, dont on détermine la masse avec une précision de  $\pm 0,01$  g. Pendant 5 à 10 min, on fait fonctionner le système de prélèvement comme pour un essai normal de détermination des émissions d'échappement, tout en injectant dans le système du CO ou du propane selon le cas. On détermine la quantité de gaz pur introduite dans l'appareillage en mesurant la différence de poids de la bouteille. On analyse ensuite le gaz recueilli dans le sac avec l'appareillage normalement utilisé pour l'analyse des gaz d'échappement. On compare alors les résultats aux valeurs de concentration calculées précédemment.

### 4. Appareillage de mesure des émissions

#### 4.1 Appareillage de mesure des émissions gazeuses

##### 4.1.1 Vue d'ensemble du système

4.1.1.1 Un échantillon de proportion constante de gaz d'échappement dilués et d'air de dilution doit être recueilli pour analyse.

4.1.1.2 Les émissions gazeuses massiques sont déterminées d'après les concentrations de l'échantillon proportionnel et le volume total mesuré pendant l'essai. Les concentrations de l'échantillon sont corrigées en fonction de la concentration du composé respectif dans l'air ambiant.

##### 4.1.2 Prescriptions concernant le système de prélèvement

4.1.2.1 L'échantillon de gaz d'échappement dilués est prélevé en amont du dispositif d'aspiration.

4.1.2.1.1 À l'exception des dispositions prévues aux paragraphes 4.1.3.1 (système de prélèvement d'hydrocarbures), 4.2 (appareillage de mesure de la masse des particules émises) et 4.3 (appareillage de mesure du nombre de particules émises) de la présente annexe, l'échantillon de gaz d'échappement dilués peut être prélevé en aval des dispositifs de conditionnement (s'ils existent).

4.1.2.2 Le débit dérivé vers les sacs du système de prélèvement doit être réglé de manière à fournir des volumes d'air de dilution et de gaz d'échappement dilués suffisants pour permettre de mesurer les concentrations. Le débit des gaz d'échappement dilués dérivé vers les sacs ne doit pas dépasser 0,3 % du débit total, sauf à ajouter le volume des gaz remplissant les sacs au volume total des gaz traversant le système de prélèvement.

4.1.2.3 On effectue un prélèvement d'air de dilution à un débit constant, à proximité de l'orifice d'entrée de l'air ambiant (en aval du filtre, si le dispositif en possède un).

4.1.2.4 L'échantillon de l'air de dilution ne doit pas être contaminé par les gaz d'échappement provenant de la zone de mélange.

- 4.1.2.5 Le débit de prélèvement de l'air de dilution doit être comparable à celui des gaz d'échappement dilués.
- 4.1.2.6 Les matériaux constitutifs des appareils servant aux opérations de prélèvement doivent être tels qu'ils ne modifient pas la concentration des constituants des émissions d'échappement.
- 4.1.2.7 On peut utiliser des filtres pour extraire les particules solides de l'échantillon.
- 4.1.2.8 Les différentes vannes employées pour diriger les gaz de prélèvement doivent être à réglage et à action rapides.
- 4.1.2.9 Des raccords étanches au gaz et à verrouillage rapide peuvent être employés entre les vannes à trois voies et les sacs de collecte, les raccords s'obturant automatiquement du côté du sac. D'autres systèmes peuvent être utilisés pour acheminer les échantillons jusqu'à l'analyseur (robinets d'arrêt à trois voies par exemple).
- 4.1.2.10 Stockage des échantillons
- 4.1.2.10.1 Les échantillons de gaz sont recueillis dans des sacs de collecte qui doivent avoir une capacité suffisante pour ne pas réduire le débit de prélèvement.
- 4.1.2.10.2 Les sacs doivent être faits d'un matériau qui ne modifie pas de plus de  $\pm 2$  % après 20 min les mesures elles-mêmes ni la composition chimique des échantillons de gaz (films composites de polyéthylène polyamide ou de polyhydrocarbures fluorés, par exemple).
- 4.1.3 Systèmes de prélèvement
- 4.1.3.1 Systèmes de prélèvement d'hydrocarbures (détecteur à ionisation de flamme chauffé)
- 4.1.3.1.1 Le système de prélèvement d'hydrocarbures se compose d'une sonde, une conduite, un filtre et une pompe de prélèvement chauffés. L'échantillon doit être prélevé en amont de l'échangeur de chaleur (s'il en existe un). La sonde de prélèvement doit être mise en place à la même distance de l'orifice d'entrée des gaz d'échappement que la sonde de prélèvement pour la mesure des particules et de façon à éviter toute interaction entre prélèvements. Son diamètre intérieur doit être d'au moins 4 mm.
- 4.1.3.1.2 Tous les éléments chauffés doivent être maintenus par le système de chauffage à une température de  $463 \text{ K} (190 \text{ °C}) \pm 10 \text{ K}$ .
- 4.1.3.1.3 La concentration moyenne des hydrocarbures mesurés est déterminée par intégration.
- 4.1.3.1.4 La conduite doit être munie d'un filtre chauffé ( $F_H$ ) retenant 99 % des particules de taille supérieure ou égale à  $0,3 \mu\text{m}$ , de manière à extraire les particules solides du flux continu de gaz utilisé pour l'analyse.
- 4.1.3.1.5 Le temps de réponse du système de prélèvement (de la sonde à l'entrée de l'analyseur) ne doit pas être supérieur à 4 s.
- 4.1.3.1.6 Le détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID) doit être utilisé avec système à débit-masse constant (échangeur de chaleur) pour assurer un prélèvement représentatif, à moins qu'il n'existe un système permettant de compenser les variations de débit des systèmes à venturi à régime critique ou à orifice à régime critique.

- 4.1.3.2 Systèmes de prélèvement de monoxyde d'azote (NO) ou de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) (le cas échéant)
  - 4.1.3.2.1 Un flux continu d'échantillon de gaz d'échappement dilués doit être fourni à l'analyseur.
  - 4.1.3.2.2 La concentration moyenne de NO ou de NO<sub>2</sub> doit être déterminée par intégration.
  - 4.1.3.2.3 La mesure continue de NO ou de NO<sub>2</sub> doit être effectuée à l'aide d'un système à débit constant (à échangeur de chaleur) de manière à garantir la représentativité du prélèvement, à moins qu'il n'existe un système permettant de compenser les variations de débit des systèmes à venturi à régime critique ou à orifice à régime critique.
- 4.1.4 Analyseurs
  - 4.1.4.1 Prescriptions générales concernant l'analyse des gaz
    - 4.1.4.1.1 L'étendue de mesure de l'analyseur doit être compatible avec l'exactitude requise pour la mesure des concentrations de constituants dans les échantillons de gaz d'échappement.
    - 4.1.4.1.2 Sauf indication contraire, l'erreur de mesure ne doit pas être supérieure à  $\pm 2\%$  (erreur intrinsèque de l'analyseur), compte non tenu de la vraie valeur des gaz d'étalonnage.
    - 4.1.4.1.3 L'analyse de l'échantillon d'air ambiant est exécutée à l'aide du même analyseur et sur la même gamme de mesures que celle de l'échantillon correspondant de gaz d'échappement dilués.
    - 4.1.4.1.4 Aucun dispositif de séchage du gaz ne doit être utilisé en amont des analyseurs, à moins qu'il ne soit démontré qu'il n'a aucun effet sur la teneur en constituants du flux de gaz.
  - 4.1.4.2 Analyse du monoxyde de carbone (CO) et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)
    - 4.1.4.2.1 Les analyseurs doivent être du type non dispersif à absorption dans l'infrarouge.
  - 4.1.4.3 Analyse des hydrocarbures (HC) pour tous les carburants autres que le gazole
    - 4.1.4.3.1 L'analyseur doit être du type détecteur à ionisation de flamme (FID) étalonné au propane exprimé en équivalent d'atomes de carbone (C<sub>1</sub>).
  - 4.1.4.4 Analyse des hydrocarbures (HC) pour le gazole et facultativement pour les autres carburants
    - 4.1.4.4.1 L'analyseur doit être du type détecteur à ionisation de flamme chauffé, dans lequel le détecteur, les vannes, les tuyauteries, etc., sont chauffés à 463 K (190 °C)  $\pm$  10 K. Il est étalonné au propane exprimé en équivalent d'atomes de carbone (C<sub>1</sub>).
  - 4.1.4.5 Analyse du méthane (CH<sub>4</sub>)
    - 4.1.4.5.1 L'analyseur doit être soit un chromatographe gazeux couplé à un détecteur à ionisation de flamme, soit un détecteur à ionisation de flamme couplé à un convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques, et doit être étalonné au méthane exprimé en équivalent atomes de carbone (C<sub>1</sub>).

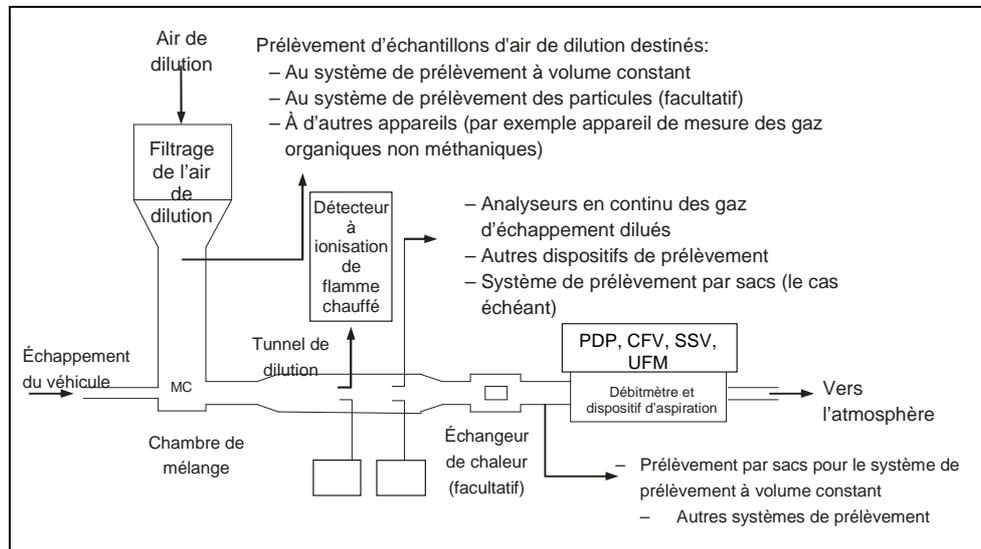
- 4.1.4.6 Analyse des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)
- 4.1.4.6.1 L'analyseur doit être soit un détecteur à chimiluminescence à absorption (CLA) soit un analyseur non dispersif à absorption de résonance dans l'ultraviolet (NDUV).
- 4.1.4.7 Analyse du monoxyde d'azote (NO) (le cas échéant)
- 4.1.4.7.1 L'analyseur doit être soit un détecteur à chimiluminescence à absorption (CLA) soit un analyseur non dispersif à absorption de résonance dans l'ultraviolet (NDUV).
- 4.1.4.8 Analyse du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) (le cas échéant)
- 4.1.4.8.1 Mesure du NO à partir d'un échantillon dilué modal
- 4.1.4.8.1.1 Un analyseur à chimiluminescence à absorption peut être utilisé pour mesurer en continu la concentration de NO dans les gaz d'échappement dilués.
- 4.1.4.8.1.2 L'analyseur à chimiluminescence à absorption doit être étalonné (à zéro et à pleine échelle) en mode NO d'après la concentration de NO certifiée dans la bouteille contenant le gaz d'étalonnage, sans faire fonctionner le convertisseur de NO<sub>x</sub> (s'il en existe un).
- 4.1.4.8.1.3 La concentration de NO<sub>2</sub> doit être déterminée en soustrayant la concentration de NO de la concentration de NO<sub>x</sub> dans les sacs de collecte du système de prélèvement.
- 4.1.4.8.2 Mesure du NO<sub>2</sub> à partir d'un échantillon dilué modal
- 4.1.4.8.2.1 Un analyseur de NO<sub>2</sub> spécifique (détecteur non dispersif à absorption de résonance dans l'ultraviolet ou laser à cascade quantique) peut être utilisé pour mesurer en continu la concentration de NO<sub>2</sub> dans les gaz d'échappement dilués.
- 4.1.4.8.2.2 L'analyseur à chimiluminescence à absorption doit être étalonné (à zéro et à pleine échelle) en mode NO<sub>2</sub> d'après la concentration de NO<sub>2</sub> certifiée dans la bouteille contenant le gaz d'étalonnage.
- 4.1.4.9 Analyse du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse couplé à un détecteur à capture d'électrons (le cas échéant)
- 4.1.4.9.1 Un chromatographe en phase gazeuse couplé à un détecteur à capture d'électrons (CG-ECD) peut être utilisé pour mesurer les concentrations de N<sub>2</sub>O dans les gaz d'échappement dilués par prélèvement par lots de sacs de gaz d'échappement et d'air ambiant. Se reporter à la section 7.2 de la présente annexe.
- 4.1.4.10 Analyse du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) à l'aide d'un appareil à spectrométrie d'absorption infrarouge (le cas échéant)
- L'analyseur doit être un spectromètre laser infrarouge de la catégorie des analyseurs infrarouge haute résolution à bande étroite à modulation de phase. Il est également possible d'utiliser un analyseur non dispersif dans l'infrarouge (NDIR) ou un analyseur infrarouge à transformée de Fourier (FTIR), mais il conviendra de tenir compte de l'interférence due à l'eau, au CO et au CO<sub>2</sub>.
- 4.1.4.10.1 Si l'analyseur réagit à une interférence due à des composés présents dans l'échantillon, cette interférence peut être corrigée. L'ensemble des interférences ne doit pas dépasser ±0,1 ppm.

#### 4.1.5 Description du système recommandé

4.1.5.1 La figure A5/9 est un schéma de principe du système de prélèvement des émissions gazeuses.

Figure A5/9

#### Schéma de principe d'un système de dilution en circuit principal



4.1.5.2 Le système se compose des éléments énumérés ci-dessous.

4.1.5.2.1 Deux sondes de prélèvement permettant de prélever en continu un échantillon de l'air de dilution et du mélange dilué gaz d'échappement/air.

4.1.5.2.2 Un filtre destiné à extraire les particules solides des gaz prélevés aux fins d'analyse.

4.1.5.2.3 Des pompes destinées à prélever durant l'essai un débit constant d'air de dilution et de mélange dilué gaz d'échappement/air.

4.1.5.2.4 Un régulateur de débit destiné à maintenir constant, au cours de l'essai, le débit du prélèvement de gaz par les sondes de prélèvement (pour le système à pompe volumétrique); ce débit doit être tel que, à la fin de l'essai, on dispose d'échantillons suffisants pour l'analyse.

4.1.5.2.5 Des débitmètres destinés à régler et contrôler la stabilité du débit des prélèvements d'air de dilution et de gaz d'échappement dilués au cours de l'essai.

4.1.5.2.6 Des vannes à action rapide servant à diriger le débit constant de gaz soit vers les sacs de prélèvement d'échantillons, soit vers l'atmosphère.

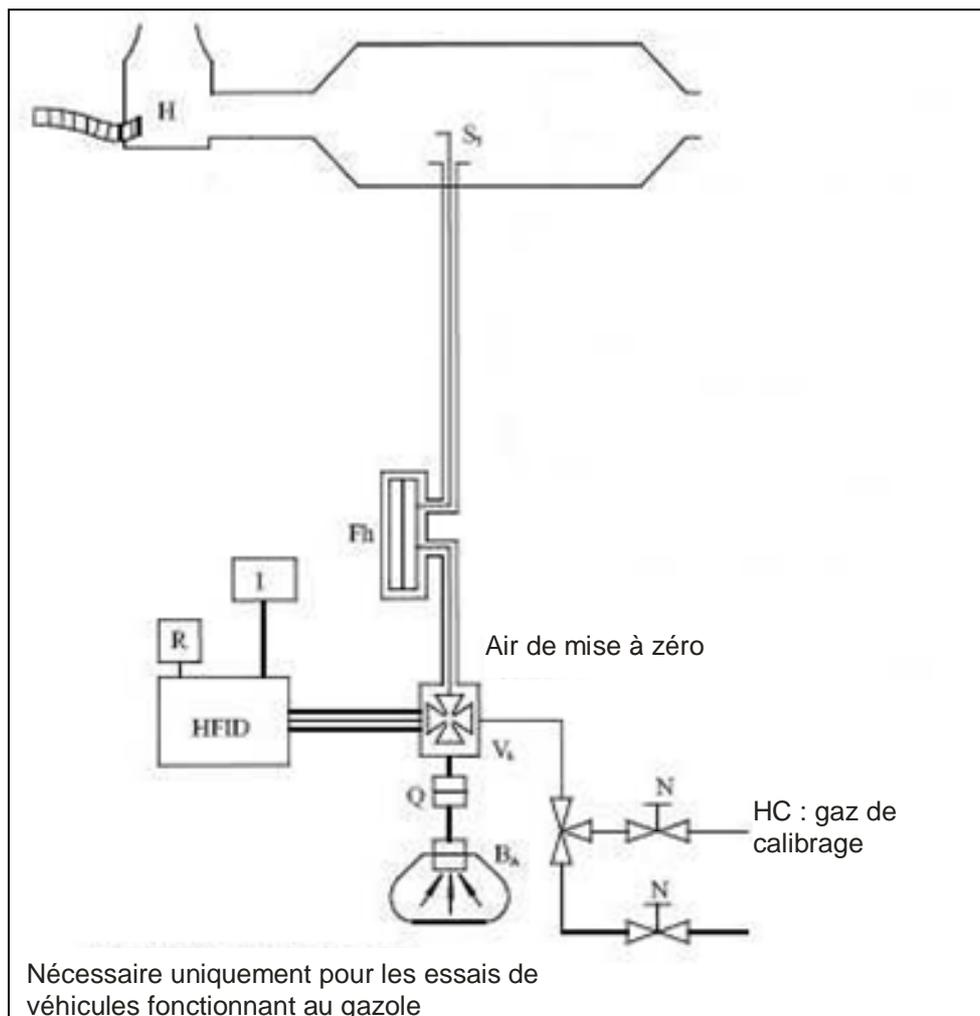
4.1.5.2.7 Des raccords à verrouillage rapide et étanches aux gaz intercalés entre les vannes à action rapide et les sacs de prélèvement. Le raccord doit s'obturer automatiquement du côté sac. D'autres méthodes d'acheminement des échantillons jusqu'à l'analyseur peuvent être utilisées (robinets d'arrêt à trois voies, par exemple).

4.1.5.2.8 Des sacs destinés à la collecte des échantillons de gaz d'échappement dilués et d'air de dilution pendant l'essai.

- 4.1.5.2.9 Un venturi à régime critique destiné au prélèvement d'échantillons proportionnels de gaz d'échappement dilués à la sonde de prélèvement  $S_2$  (systèmes CFV-CVS uniquement).
- 4.1.5.3 Les éléments supplémentaires nécessaires pour l'échantillonnage d'hydrocarbures à l'aide d'un détecteur à ionisation de flamme chauffé (HFID), tels qu'indiqués sur la figure A5/10 ci-dessous.
- 4.1.5.3.1 Une sonde de prélèvement chauffée dans le tunnel de dilution, située dans le même plan vertical que les sondes de prélèvement PM et PN.
- 4.1.5.3.2 Un filtre chauffé situé après le point de prélèvement et avant le HFID.
- 4.1.5.3.3 Des vannes de sélection chauffées entre les arrivées de gaz de mise à zéro et de gaz de calibration et le HFID.
- 4.1.5.3.4 Un dispositif destiné à intégrer et enregistrer les concentrations instantanées d'hydrocarbures.
- 4.1.5.3.5 Des conduites de prélèvement chauffées et autres éléments chauffés reliant la sonde chauffée au HFID.

Figure A5/10

**Composants requis pour le prélèvement d'hydrocarbures en utilisant un détecteur à ionisation de flamme chauffé**



- 4.2 Appareillage de mesure de la masse des particules émises
- 4.2.1 Description
- 4.2.1.1 Vue d'ensemble du système
- 4.2.1.1.1 Le dispositif de prélèvement de l'échantillon de mesure des particules se compose d'une sonde de prélèvement située dans le tunnel de dilution, d'un tube de transfert des échantillons de particules, d'un porte-filtre, d'une ou plusieurs pompe(s), de régulateurs de débit et de dispositifs de mesure.
- 4.2.1.1.2 Un séparateur primaire (type pot à poussières ou cyclone, par exemple) peut être utilisé. Dans ce cas, il est recommandé de l'utiliser en amont du porte-filtre. Toutefois, on peut également utiliser une sonde de prélèvement fonctionnant comme un séparateur granulométrique, tel que montré à la figure A5/11.
- 4.2.1.2 Prescriptions générales
- 4.2.1.2.1 La sonde de prélèvement du flux de gaz pour l'essai de mesure des particules doit être disposée dans le canal de dilution de façon à permettre le prélèvement d'un flux de gaz représentatif du mélange homogène air/gaz d'échappement, et doit être située en amont de l'échangeur de chaleur (s'il en existe un).
- 4.2.1.2.2 Le débit de l'échantillon de mesure des particules doit être proportionnel au débit-masse total de gaz d'échappement dilués dans le tunnel de dilution, avec une tolérance de  $\pm 5$  %. Le contrôle de cette proportionnalité doit être effectué lors de la mise en service du système, sur demande de l'autorité compétente.
- 4.2.1.2.3 Les gaz d'échappement dilués prélevés doivent être maintenus à une température supérieure à 293 K (20 °C) et inférieure à 325 K (52 °C) dans la section comprise entre 20 cm en amont et 20 cm en aval de la surface d'entrée du filtre à particules. Pour y parvenir, il est admissible de chauffer ou d'isoler les éléments du système de prélèvement.
- Dans le cas où la limite de 52 °C serait dépassée lors d'un essai au cours duquel le processus de régénération périodique ne s'est pas produit, il convient soit d'augmenter le débit du système de prélèvement soit d'appliquer une double dilution (ce qui implique que le débit soit déjà suffisant pour ne pas provoquer de condensation dans le système de prélèvement, les sacs de collecte ou le système d'analyse).
- 4.2.1.2.4 L'échantillon de mesure des particules doit être prélevé sur un seul filtre monté sur un porte-filtre dans le flux de gaz d'échappement dilués prélevés.
- 4.2.1.2.5 Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement compris entre le tuyau d'échappement et le porte-filtre qui entrent en contact avec les gaz d'échappement bruts et dilués doivent être conçus de façon à réduire le plus possible les dépôts ou l'altération des matières particulaires. Ils doivent être réalisés en matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les constituants des gaz d'échappement, et doivent être mis à la masse de façon à prévenir les effets électrostatiques.
- 4.2.1.2.6 S'il n'est pas possible de compenser les variations de débit, on doit prévoir un échangeur de chaleur et un dispositif de régulation des températures possédant les caractéristiques spécifiées aux paragraphes 3.3.5.1 ou 3.3.6.4.2 ci-dessus de façon à garantir la stabilité du débit dans le système et donc la proportionnalité du débit de prélèvement.

- 4.2.1.2.7 Les températures prescrites pour la mesure de la masse des particules doivent être mesurées avec une précision de  $\pm 1$  °C et un temps de réponse ( $t_{10} - t_{90}$ ) ne dépassant pas 15 s.
- 4.2.1.2.8 Le débit de l'échantillon de matière particulaire dans le tunnel de dilution doit être mesuré avec une précision de  $\pm 2,5$  % de la valeur indiquée ou de  $\pm 1,5$  % de la plage de mesure maximale, la valeur la plus basse étant retenue.
- L'exactitude du débit de l'échantillon de matière particulaire dans le tunnel de dilution prescrite plus haut s'applique également lorsque l'on applique une double dilution. Par conséquent, la mesure et le réglage du débit d'air de dilution secondaire et de gaz d'échappement dilués à travers le filtre à particules doivent être d'une exactitude supérieure.
- 4.2.1.2.9 Toutes les données nécessaires à la mesure de la masse des particules doivent être enregistrées à une fréquence de 1 Hz ou plus. En règle générale, il s'agit des éléments suivants:
- La température des gaz d'échappement dilués au droit du filtre à particules;
  - Le débit de prélèvement de l'échantillon de particules;
  - Le débit d'air de dilution secondaire de l'échantillon de particules (s'il est fait recours à une dilution secondaire);
  - La température de l'air de dilution secondaire de l'échantillon de particules (s'il est fait recours à une dilution secondaire).
- 4.2.1.2.10 Dans le cas de systèmes à double dilution, l'exactitude du débit de gaz d'échappement dilués transférés du tunnel de dilution  $V_{ep}$  n'est pas mesurée directement mais déterminée par la différence entre les débits  $V_{set}$  et  $V_{ssd}$  selon l'équation ci-dessous:
- $$V_{ep} = V_{set} - V_{ssd};$$
- Où:
- $V_{ep}$  est le volume de gaz d'échappement dilués traversant le filtre à particules en conditions normales;
- $V_{set}$  est le volume des gaz d'échappement doublement dilués traversant les filtres de collecte des particules;
- $V_{ssd}$  est le volume de l'air de dilution secondaire.
- L'exactitude des débitmètres utilisés pour la mesure et le réglage du débit des gaz d'échappement doublement dilués traversant les filtres de collecte des particules ainsi que pour la mesure et le réglage du débit de l'air de dilution secondaire doit être suffisante pour que le volume différentiel  $V_{ep}$  réponde aux conditions d'exactitude et de proportionnalité de l'échantillonnage prescrites pour une dilution simple.
- La prescription selon laquelle il ne devait pas se produire de condensation des gaz d'échappement dans le tunnel de dilution du système de prélèvement à volume constant, dans le système de mesure du débit des gaz d'échappement dilués, dans les sacs d'échantillonnage du système de prélèvement à volume constant et dans les systèmes d'analyse est également applicable dans le cas des systèmes à double dilution.
- 4.2.1.2.11 Tout débitmètre utilisé dans un système de prélèvement d'échantillons de particules ou dans un système à double dilution doit être soumis à une vérification de la linéarité telle que spécifiée par le fabricant.

Figure A5/11  
**Système de prélèvement d'échantillons de particules**

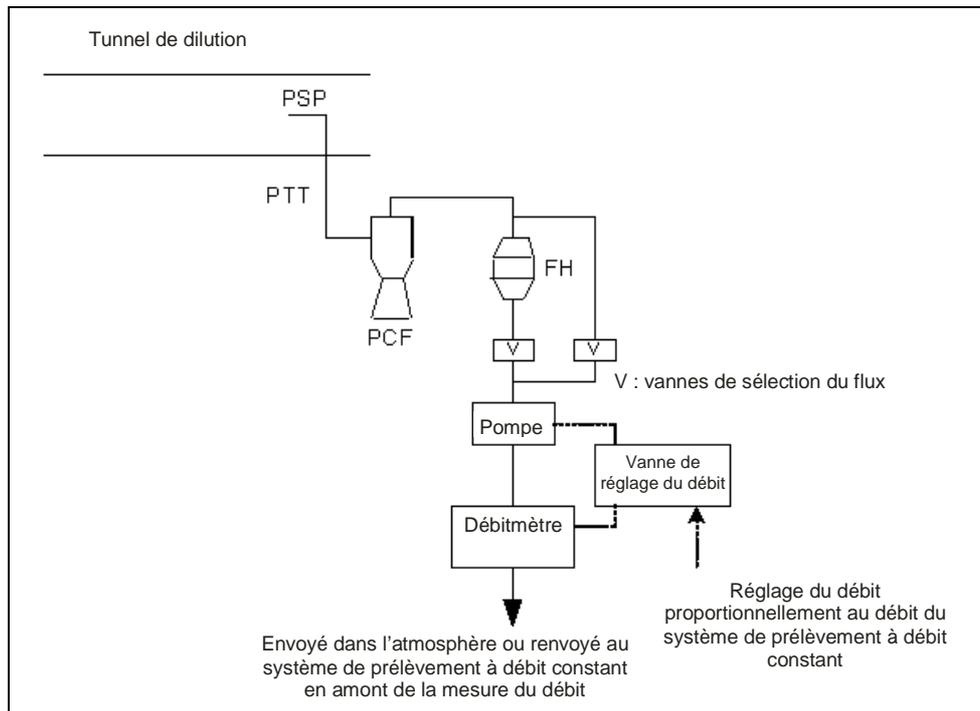
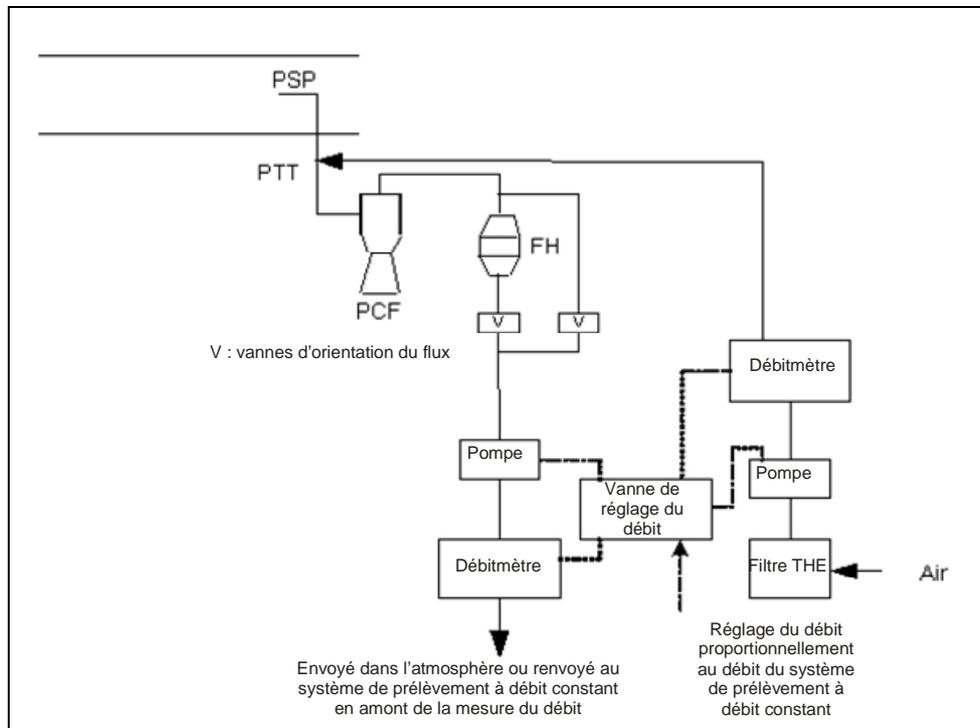


Figure A5/12  
**Système de prélèvement d'échantillons de particules à double dilution**

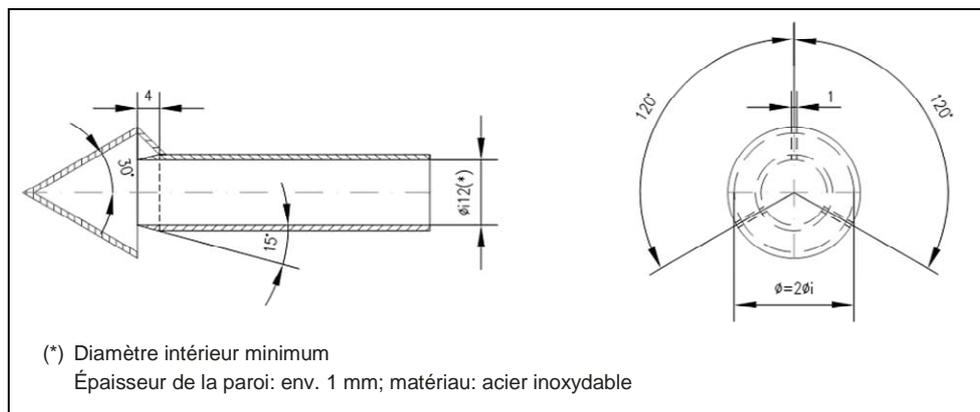


## 4.2.1.3 Prescriptions particulières

## 4.2.1.3.1 Sonde de prélèvement des particules

- 4.2.1.3.1.1 L'efficacité de la sonde de prélèvement en matière de classification granulométrique des particules doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 4.2.1.3.1.4 ci-dessous. Pour parvenir à cette efficacité, il est recommandé d'utiliser une sonde à arêtes vives et à tube ouvert vers l'amont ainsi qu'un séparateur primaire (type pot à poussières ou cyclone, etc.). On peut également utiliser une sonde de prélèvement telle celle décrite à la figure A5/13, à condition que son efficacité en matière de classification primaire soit conforme aux prescriptions du paragraphe 4.2.1.3.1.4 ci-dessous.

Figure A5/13

**Autre type possible de système de prélèvement d'échantillons de particules**

- 4.2.1.3.1.2 La sonde de prélèvement doit être installée en aval de l'entrée des gaz d'échappement dans le tunnel, à une distance comprise entre 10 et 20 diamètres du tunnel. Son diamètre intérieur doit être d'au moins 8 mm.

Si plusieurs échantillons sont prélevés simultanément à partir d'une sonde de prélèvement unique, le débit prélevé à partir de cette sonde doit être divisé en débits fractionnels égaux afin d'éviter tout effet de distorsion sur le prélèvement.

Si l'on utilise plusieurs sondes, chacune doit avoir des arêtes vives, une extrémité ouverte et doit être orientée vers l'amont. Les sondes doivent être également espacées autour de l'axe longitudinal central du tunnel de dilution, l'espace entre deux sondes devant être d'au moins 5 cm.

- 4.2.1.3.1.3 La distance entre la pointe de la sonde de prélèvement et le porte-filtre doit être au moins égale à cinq diamètres de la sonde, sans toutefois dépasser 2 000 mm.

- 4.2.1.3.1.4 Le séparateur granulométrique primaire (par exemple, type pot à poussières ou cyclone) doit être placé en amont du porte-filtre. Son point de coupure à 50 % doit être compris entre 2,5  $\mu\text{m}$  et 10  $\mu\text{m}$  au débit volumique choisi pour le prélèvement des particules. Le séparateur primaire doit laisser au moins 99 % de la concentration massique de particules de 1  $\mu\text{m}$  entrantes traverser le séparateur au débit volumique choisi pour le prélèvement des échantillons de particules. Toutefois, une sonde de prélèvement agissant comme un dispositif approprié de classification primaire, telle que celle montrée à la figure A5/13, peut remplacer le séparateur primaire.

- 4.2.1.3.2 Tube de transfert des particules (PTT)
- 4.2.1.3.2.1 Tout coude du tube de transfert des particules doit être progressif et son rayon de courbure doit être le plus grand possible.
- 4.2.1.3.3 Dilution secondaire
- 4.2.1.3.3.1 Facultativement, l'échantillon extrait du système de prélèvement aux fins de la mesure des particules peut être soumis à une deuxième dilution, sous réserve des conditions suivantes:
- 4.2.1.3.3.1.1 On doit faire passer l'air de dilution utilisé pour la dilution secondaire à travers un dispositif dont le matériau filtrant soit capable de capturer au moins 99,95 % des particules les plus pénétrantes ou à travers un filtre à très haute efficacité (THE) appartenant au minimum à la classe H13 telle que définie par la norme européenne EN 1822:2009. Il est possible d'épurer l'air de dilution au charbon de bois avant de le faire passer dans le filtre THE. Dans ce cas, il est recommandé de placer un filtre supplémentaire à particules grossières avant le filtre THE et après l'épurateur à charbon de bois.
- 4.2.1.3.3.1.2 L'air de dilution secondaire doit être injecté dans le tube de transfert des particules aussi près que possible du point de sortie des gaz d'échappement dilués du tunnel de dilution.
- 4.2.1.3.3.1.3 Le temps de séjour depuis le point d'injection d'air de dilution secondaire jusqu'à la surface d'entrée du filtre doit être d'au moins 0,25 s et inférieur à 5 s.
- 4.2.1.3.3.1.4 Le flux de gaz d'échappement dilués extrait du tunnel de dilution doit rester proportionnel au débit du CVS, tel que requis pour la méthode à dilution simple.
- 4.2.1.3.3.1.5 Si des échantillons de particules doublement dilués sont renvoyés au système de prélèvement, l'emplacement du retour des échantillons doit être choisi de manière à ce qu'il n'interfère pas avec l'extraction d'autres échantillons depuis le système CVS.
- 4.2.1.3.4 Pompe de prélèvement et débitmètre
- 4.2.1.3.4.1 Le dispositif de mesure du flux de gaz prélevé se compose de pompes, de régulateurs de débit et de débitmètres.
- 4.2.1.3.4.2 La température du flux de gaz au niveau du débitmètre ne doit pas varier de plus de  $\pm 3$  K, sauf:
- a) Lorsque le débitmètre de prélèvement des échantillons de particules est équipé d'un dispositif de contrôle et de réglage de flux en temps réel fonctionnant à la fréquence d'au moins 1 Hz;
  - b) Pendant les essais de régénération sur les véhicules équipés de dispositifs de traitement aval à régénération discontinue.

En outre, le débit-masse de prélèvement doit rester proportionnel au flux total des gaz d'échappement dilués, avec une tolérance de  $\pm 5$  % du débit-masse de particules collecté. Lorsqu'il se produit une variation excessive du débit en raison d'un encrassement trop élevé du filtre, l'essai doit être interrompu. Lors de la répétition de l'essai, il y a lieu de prévoir un débit moins important.

- 4.2.1.3.5 Filtre et porte-filtre
- 4.2.1.3.5.1 Une vanne doit être placée en aval du filtre dans la direction du flux. La vanne doit s'ouvrir et se fermer dans la seconde suivant le début et la fin de l'essai.
- 4.2.1.3.5.3 Pour un essai donné, la vitesse nominale d'entrée du gaz dans le filtre doit être réglée au début de l'essai sur une valeur unique comprise entre 20 cm/s et 105 cm/s, et de telle manière que la vitesse de 105 cm/s ne soit pas dépassée lorsque le système de dilution fonctionne à un débit de prélèvement proportionnel au débit du système de prélèvement à volume constant.
- 4.2.1.3.5.4 Des filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone ou des filtres membranés à base de fluorocarbone doivent être utilisés.
- Pour tous les types de filtres, le coefficient de rétention de particules de 0,3 µm de di-octylphthalate (DOP) ou de polyalphaoléfine (PAO) CS 68649-12-7 ou CS 68037-01-4 doit être d'au moins 99 % à une vitesse nominale d'entrée dans le filtre d'au moins 5,33 cm/s mesurée conformément à l'une des normes ci-après:
- U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 102.8: DOP-Smoke Penetration of Aerosol-Filter Element;
  - U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 502.1.1: DOP-Smoke Penetration of Gas-Mask Canisters;
  - Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC021: Testing HEPA and ULPA Filter Media.
- 4.2.1.3.5.5 Le porte-filtre doit être conçu de manière à permettre une répartition régulière du flux sur toute la surface utile du filtre. Le filtre doit être de section circulaire et sa surface utile d'au moins 1 075 mm<sup>2</sup>.
- 4.2.2 Caractéristiques de la chambre de pesage et de la balance
- 4.2.2.1 Conditions dans la chambre de pesage
- La chambre où les filtres à particules sont conditionnés et pesés doit être maintenue à une température constante de 295 K ± 2 K (22 °C ± 2 °C, et si possible 22 °C ± 1 °C) pendant toutes les opérations de conditionnement et de pesage;
  - L'humidité doit être maintenue à un point de rosée inférieur à 283,5 K (10,5 °C) et l'humidité relative à 45 % ± 8 %. Pour les balances sensibles, il est recommandé que la tolérance concernant la température et le point de rosée soit abaissée à ± 1 K;
  - Les niveaux de contaminants ambiants présents dans la chambre et susceptibles de se déposer sur les filtres à particules durant leur période de stabilisation doivent être réduits au minimum. Des écarts limités par rapport aux conditions de température et d'humidité prescrites pour la chambre de pesage sont tolérés si leur durée totale ne dépasse pas 30 min pendant l'une quelconque des périodes de conditionnement du filtre;
  - La chambre de pesage doit satisfaire aux conditions prescrites avant toute entrée de personnel;
  - Pendant l'opération de pesage, aucun écart par rapport aux conditions prescrites n'est admis.

## 4.2.2.2 Balance

La balance utilisée pour déterminer le poids des filtres doit satisfaire aux critères de contrôle de la linéarité formulés dans le tableau A5/1 ci-dessous. Cela implique une précision (écart type) d'au moins 2 µg et une résolution d'au moins 1 µg (1 chiffre = 1 µg).

Tableau A5/1

**Critères de contrôle de la balance**

<i>Système de mesure</i>	<i>Ordonnée à l'origine (b)</i>	<i>Pente (m)</i>	<i>Erreur type (SEE)</i>	<i>Coefficient de détermination (r<sup>2</sup>)</i>
Balance de pesage des particules	≤1 % max.	0,99 – 1,01	≤1 % max.	≥0,998

## 4.2.2.3 Élimination des effets de l'électricité statique

Les effets de l'électricité statique doivent être annulés. Pour ce faire, on peut soit mettre à la terre la balance en la plaçant sur un tapis antistatique et en neutralisant les filtres à particules avant le pesage au moyen d'un neutraliseur au polonium ou par un autre moyen également efficace, soit procéder par égalisation de la charge statique.

## 4.2.2.4 Correction de la flottabilité

Les poids du filtre de collecte des particules et du filtre de référence doivent être corrigés en fonction de leur flottabilité dans l'air. La correction de flottabilité est fonction des masses volumiques respectives du filtre, de l'air et des poids de tarage de la balance, et ne tient pas compte de la flottabilité des matières particulaires elles-mêmes.

Si la masse volumique du matériau du filtre n'est pas connue, les valeurs suivantes de masse volumique doivent être appliquées:

- Filtre en fibre de verre revêtu de PTFE: 2 300 kg/m<sup>3</sup>;
- Filtre à membrane en PTFE: 2 144 kg/m<sup>3</sup>;
- Filtre à membrane en PTFE avec anneau support en polyméthylpentène: 920 kg/m<sup>3</sup>.

Pour les poids de tarage en acier inoxydable, on doit appliquer une masse volumique de 8 000 kg/m<sup>3</sup>. Si le matériau est différent, sa masse volumique doit être connue.

L'équation suivante doit être appliquée:

$$m_f = m_{\text{uncorr}} \times \left( \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right);$$

Où:

$m_f$  est la masse de l'échantillon de particules corrigée, en mg;

$m_{\text{uncorr}}$  est la masse de l'échantillon de particules non corrigée, en mg;

$\rho_a$  est la masse volumique de l'air, en kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_w$  est la masse volumique du poids de tarage de la balance, en  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho_f$  est la masse volumique de filtre de collecte des particules, en  $\text{kg/m}^3$ .

La densité de l'air  $P_a$  est calculée comme suit:

$$\rho_a = \frac{P_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a};$$

Où:

$P_b$  est la pression atmosphérique totale, en kPa;

$T_a$  est la température de l'air ambiant à proximité de la balance, en K.

#### 4.3 Appareillage de mesure du nombre de particules émises

##### 4.3.1 Description

##### 4.3.1.1 Vue d'ensemble du système

4.3.1.1.1 Le système de prélèvement des particules se compose d'une sonde ou un point de prélèvement prélevant un échantillon d'un flux mélangé de manière homogène dans un système de dilution, d'un séparateur de particules volatiles (VPR) situé en amont d'un compteur du nombre de particules (PNC), et d'un tube de transfert approprié.

4.3.1.1.2 Il est recommandé de placer en amont du séparateur de particules volatiles un séparateur primaire (type pot à poussières ou cyclone par exemple). Toutefois, on peut également utiliser une sonde de prélèvement fonctionnant comme un dispositif approprié de classification granulométrique primaire, comme celle qui est représentée à la figure A5/13.

##### 4.3.1.2 Prescriptions générales

4.3.1.2.1 Le point de prélèvement des particules doit être situé dans le système de dilution même. Dans le cas des systèmes à double dilution, le point de prélèvement des particules doit être situé dans le système de dilution primaire.

4.3.1.2.1.1 L'extrémité amont de la sonde ou le point de prélèvement (PSP) et le tube de transfert des particules (PTT) constituent ensemble le système de transfert des particules (PTS). Le PTS achemine l'échantillon prélevé dans le tunnel de dilution jusqu'à l'entrée du VPR. Le PTS doit remplir les conditions suivantes:

- a) La sonde de prélèvement doit être installée à une distance de l'entrée des gaz comprise entre 10 et 20 diamètres du tunnel de dilution et être dirigée vers l'amont, l'axe de son extrémité étant parallèle à l'axe du tunnel;
- b) La sonde de prélèvement doit être située en amont de tout dispositif de conditionnement (par exemple, l'échangeur de chaleur);
- c) La sonde de prélèvement doit être placée dans la veine de dilution de sorte que l'échantillon soit prélevé à partir d'un mélange homogène d'air de dilution et de gaz d'échappement.

4.3.1.2.1.2 L'échantillon de gaz prélevé dans le PTS doit remplir les conditions suivantes:

- a) Dans le cas d'un système de dilution du flux total, son écoulement turbulent (nombre de Reynolds) doit être inférieur à 1 700;

- b) Dans le cas d'un système à double dilution, son écoulement turbulent (nombre de Reynolds) doit être inférieur à 1 700 dans le PTT, c'est-à-dire en aval de la sonde ou du point de prélèvement;
  - c) Son temps de séjour dans le PTS ne doit pas être supérieur à 3 s.
- 4.3.1.2.1.3 Toute autre configuration de prélèvement du PTS pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.
- 4.3.1.2.1.4 Le tuyau de sortie (OT) acheminant l'échantillon dilué du VPR vers l'entrée du PNC doit avoir les caractéristiques suivantes:
- a) Son diamètre interne doit être d'au moins 4 mm;
  - b) Le temps de séjour du gaz prélevé ne doit pas être supérieur à 0,8 s.
- 4.3.1.2.1.5 Toute autre configuration de prélèvement de l'OT pour laquelle il peut être démontré que la pénétration des particules de 30 nm est équivalente est considérée comme satisfaisante.
- 4.3.1.2.2 Le VPR inclut les dispositifs destinés à la dilution de l'échantillon et à la capture des particules volatiles.
- 4.3.1.2.3 Tous les éléments du système de dilution et du système de prélèvement compris entre le tuyau d'échappement et le PNC qui entrent en contact avec les gaz d'échappement bruts et dilués doivent être conçus pour réduire le plus possible les dépôts de particules. Ils doivent être réalisés en matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les constituants des gaz d'échappement, et ils doivent être mis à la masse de façon à prévenir les effets électrostatiques.
- 4.3.1.2.4 Le système de prélèvement des particules doit satisfaire aux règles de bonne pratique en matière de prélèvement d'aérosols et notamment ne pas comporter de coudes prononcés ni de modifications brusques de la section transversale, leurs surfaces internes doivent être lisses et la tuyauterie de prélèvement être la plus courte possible. Des variations graduelles de la section transversale sont acceptables.
- 4.3.1.3 Prescriptions particulières
- 4.3.1.3.1 L'échantillon de particules ne doit pas traverser une pompe avant de traverser le PNC.
- 4.3.1.3.2 Il est recommandé d'utiliser un séparateur primaire.
- 4.3.1.3.3 L'unité de préconditionnement de l'échantillon doit:
- a) Être capable de diluer l'échantillon en une ou plusieurs étapes pour, d'une part, abaisser la concentration en nombre de particules au-dessous du seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule et, d'autre part, abaisser la température du gaz à moins de 35 °C à l'entrée du PNC;
  - b) Comprendre une étape initiale de dilution chauffée, à l'issue de laquelle la température de l'échantillon doit être égale ou supérieure à 150 °C et inférieure ou égale à 350 °C, avec une tolérance de  $\pm 10^\circ\text{C}$  et l'échantillon être dilué d'un facteur 10 au minimum;

- c) Maintenir à leur température nominale les étages chauffés du processus dans la plage comprise entre 150 °C et 400 °C, avec une tolérance de  $\pm 10^\circ\text{C}$ ;
- d) Fournir des indications permettant de savoir si les étages chauffés sont ou non à leur température correcte de fonctionnement;
- e) Être conçue pour obtenir une efficacité de pénétration des particules solides d'au moins [70 %] pour des particules d'un diamètre de mobilité électrique de 100 nm;
- f) Pour l'ensemble du VPR et pour les particules dont le diamètre de mobilité électrique est de 30 nm et 50 nm, réduire la concentration des particules d'un facteur ( $f_r(d_i)$ ), tel que calculé ci-dessous, qui ne soit pas supérieur de plus de 30 % et de plus de 20 %, respectivement, ni inférieur de plus de 5 % au facteur de réduction de la concentration des particules dont le diamètre de mobilité électrique est de 100 nm;

Le facteur de réduction de la concentration des particules pour chaque granulométrie ( $f_r(d_i)$ ) est calculé comme suit:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)};$$

Où:

$N_{in}(d_i)$  est la concentration en particules de diamètre  $d_i$  en amont;

$N_{out}(d_i)$  est la concentration en particules de diamètre  $d_i$  en aval;

$d_i$  est le diamètre de mobilité électrique des particules (30, 50 ou 100 nm).

$N_{in}(d_i)$  et  $N_{out}(d_i)$  doivent être corrigés pour les ramener aux mêmes conditions.

Pour un niveau de dilution donné, la réduction moyenne de la concentration en particules  $\bar{f}_r$  est calculée comme suit:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30 \text{ nm}) + f_r(50 \text{ nm}) + f_r(100 \text{ nm})}{3}.$$

Il est recommandé d'étalonner et de valider le VPR en tant qu'unité complète;

- g) Être conçue conformément aux règles de bonne pratique technique afin de garantir la stabilité des facteurs de réduction de la concentration de particules au cours d'un essai;
- h) Vaporiser les particules de tétracontane ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) de 30 nm à plus de 99,0 %, à partir d'une concentration d'entrée supérieure à  $10\,000 \text{ cm}^{-3}$ , par chauffage et réduction des pressions partielles du tétracontane.

4.3.1.3.4 Le PNC doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- a) Il doit fonctionner en flux total;
- b) Il doit effectuer le comptage avec une exactitude de  $\pm 10\%$  dans la plage comprise entre  $1 \text{ cm}^{-3}$  et le seuil à partir duquel le PNC ne fonctionne plus en mode comptage particule par particule selon une norme définie.

- À des concentrations inférieures à  $100 \text{ cm}^{-3}$ , des mesures dont la moyenne est calculée sur des périodes de prélèvement de longue durée peuvent être requises pour démontrer la précision du PNC avec un degré de fiabilité statistique élevé;
- c) Sa résolution doit être d'au moins  $0,1 \text{ particule/cm}^{-3}$  à des concentrations inférieures à  $100 \text{ cm}^{-3}$ ;
  - d) En mode de comptage particule par particule, sa réponse aux concentrations de particules doit être linéaire sur la totalité de la plage de mesure;
  - e) La fréquence à laquelle il communique les données doit être égale ou supérieure à  $0,5 \text{ Hz}$ ;
  - f) Sur la plage de mesure des concentrations, son temps de réponse  $t_{90}$  doit être inférieur à  $5 \text{ s}$ ;
  - g) Il doit comporter une fonction de correction de coïncidence jusqu'à une correction maximale de  $10 \%$  et pouvoir appliquer un facteur d'étalonnage interne, comme indiqué à la section 5.7.1.3 de la présente annexe, mais ne doit utiliser aucun autre algorithme pour corriger ou définir l'efficacité du comptage;
  - h) L'efficacité du comptage doit être au moins conforme aux seuils définis dans le tableau A5/2 selon la taille des particules.

Tableau A5/2

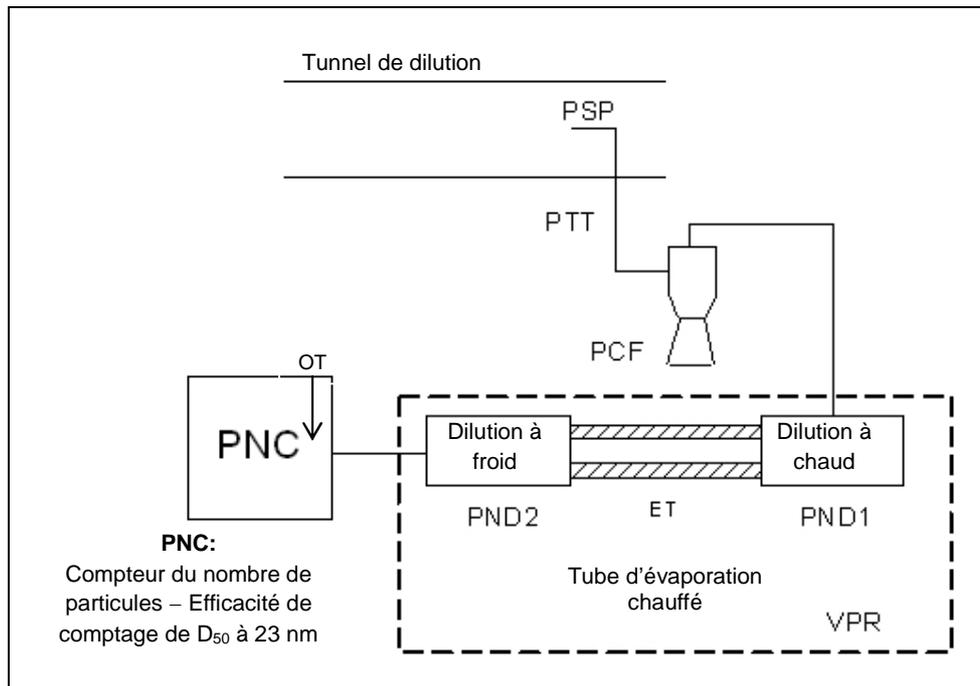
**Effacité de comptage des compteurs de particules à condensation (CPC)**

<i>Diamètre de mobilité électrique des particules (en nm)</i>	<i>Effacité de comptage du compteur de particules à condensation (CPC) (en pourcentage)</i>
$23 \pm 1$	$50 \pm 12$
$41 \pm 1$	$>90$

- 4.3.1.3.5 Si le PNC fonctionne avec un liquide, celui-ci doit être remplacé à la fréquence indiquée par le fabricant de l'instrument.
- 4.3.1.3.6 Si elles ne sont pas maintenues à une valeur constante connue au point où le débit du PNC est réglé, la pression et/ou la température à l'entrée du PNC doivent être mesurées et consignées de manière à permettre de corriger les concentrations mesurées de particules et de les ramener aux conditions normales.
- 4.3.1.3.7 La somme des temps de séjour dans le PTS, le VPR et l'OT et du temps de réponse  $t_{90}$  du PNC ne doit pas dépasser  $20 \text{ s}$ .
- 4.3.1.4 Description du système recommandé  

Le présent paragraphe décrit la pratique recommandée pour la mesure du nombre de particules. Il est toutefois possible d'utiliser un autre système, à condition qu'il satisfasse aux prescriptions fonctionnelles énoncées dans les paragraphes 4.3.1.2 et 4.3.1.3 de la présente annexe.

Figure A5/14

**Système recommandé de prélèvement des particules**

## 4.3.1.4.1 Description du système de prélèvement

4.3.1.4.1.1 Le système de prélèvement d'échantillons se compose d'une sonde de prélèvement située dans le système de dilution, d'un tube de transfert des particules (PTT), d'un séparateur primaire (PCF) et d'un séparateur de particules volatiles (VPR) situés en amont du dispositif de mesure du nombre de particules (PNC).

4.3.1.4.1.2 Le VPR doit comporter des dispositifs de dilution de l'échantillon (PND<sub>1</sub> et PND<sub>2</sub>) et d'évaporation des particules (tube d'évaporation (ET)).

4.3.1.4.1.3 La sonde de prélèvement du flux de gaz d'essai doit être disposée dans le tunnel de dilution de façon à permettre le prélèvement d'un flux de gaz représentatif du mélange homogène d'air de dilution et de gaz d'échappement.

4.3.1.4.1.4 La somme du temps de séjour dans le système et du temps de réponse  $t_{90}$  du PNC ne doit pas dépasser 20 s.

## 4.3.1.4.2 Système de transfert des particules (PTS)

Le PTS doit satisfaire aux prescriptions énoncées au paragraphe 4.3.1.2.1.1 de la présente annexe.

## 4.3.1.4.3 Séparateur granulométrique primaire (PCF)

4.3.1.4.3.1 Le séparateur primaire recommandé doit être placé en amont du VPR.

4.3.1.4.3.2 Son point de coupure à 50 % doit être compris entre 2,5  $\mu\text{m}$  et 10  $\mu\text{m}$  au débit volumique choisi pour le prélèvement aux fins du comptage du nombre de particules émises.

- 4.3.1.4.3.3 Il doit laisser passer au moins 99 % des particules de  $1\ \mu\text{m}$  au débit volumique choisi pour le prélèvement aux fins du comptage du nombre de particules émises.
- 4.3.1.4.4 Séparateur de particules volatiles (VPR)
- 4.3.1.4.4.1 Le VPR se compose d'un dilueur réduisant la concentration en nombre de particules ( $\text{PND}_1$ ), d'un tube d'évaporation et d'un second dilueur ( $\text{PND}_2$ ) montés en série. Cette fonction de dilution a pour objet d'abaisser la concentration en nombre des particules présentes dans l'échantillon entrant dans le dispositif de mesure de la concentration des particules au-dessous du seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule et d'empêcher la nucléation au sein de l'échantillon.
- 4.3.1.4.4.2 Le VPR doit indiquer si le  $\text{PND}_1$  et le tube d'évaporation sont ou non à leurs températures correctes de fonctionnement.
- 4.3.1.4.4.3 Le VPR doit vaporiser les particules de tétracontane ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) de  $30\ \text{nm}$  à plus de 99,0 %, à partir d'une concentration d'entrée supérieure à  $10\ 000\ \text{cm}^{-3}$ , par chauffage et réduction des pressions partielles du tétracontane.
- 4.3.1.4.4.4 Le VPR doit être conçu pour obtenir une efficacité de pénétration des particules solides d'au moins [70 %] pour des particules de diamètre de mobilité électrique de  $100\ \text{nm}$ .
- 4.3.1.4.4.5 Il doit aussi, pour les particules dont le diamètre de mobilité électrique est de  $30\ \text{nm}$  et  $50\ \text{nm}$ , réduire leur concentration d'un facteur  $f_r$  qui ne soit pas supérieur de plus de 30 % et de plus de 20 %, respectivement, ni inférieur de plus de 5 % au facteur de réduction de la concentration des particules dont le diamètre de mobilité électrique est de  $100\ \text{nm}$ . Il doit être conçu conformément aux règles de bonne pratique technique afin de garantir la stabilité des facteurs de réduction de la concentration de particules au cours d'un essai.
- 4.3.1.4.5 Premier dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules ( $\text{PND}_1$ )
- 4.3.1.4.5.1 Le  $\text{PND}_1$  doit être spécialement conçu pour diluer la concentration en nombre de particules et pour fonctionner à une température (de paroi) comprise entre  $150\ ^\circ\text{C}$  et  $400\ ^\circ\text{C}$ .
- 4.3.1.4.5.1.1 La valeur de consigne de la température de paroi doit être maintenue à une température nominale de fonctionnement constante, comprise dans la fourchette énoncée au paragraphe précédent avec une tolérance de  $\pm 10\ ^\circ\text{C}$ , et ne doit pas dépasser la température de paroi du tube d'évaporation ET déterminée au paragraphe 4.3.1.4.6 de la présente annexe.
- 4.3.1.4.5.1.2 Le dilueur doit être alimenté par de l'air de dilution filtré par un filtre THE et pouvoir diviser la concentration de l'échantillon par un facteur compris entre 10 et 200.
- 4.3.1.4.6 Tube d'évaporation (ET)
- 4.3.1.4.6.1 Sur toute la longueur du tube d'évaporation, la température de paroi doit être supérieure ou égale à celle du premier dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules et maintenue à une température nominale de fonctionnement fixe de  $350\ ^\circ\text{C}$ , avec une tolérance de  $\pm 10\ ^\circ\text{C}$ .

- 4.3.1.4.6.2 Le temps de séjour dans le tube d'évaporation doit être compris entre 0,25 s et 0,4 s.
- 4.3.1.4.7 Deuxième dispositif de dilution de la concentration en nombre de particules (PND<sub>2</sub>)
- 4.3.1.4.7.1 Le PND<sub>2</sub> doit être spécialement conçu pour diluer la concentration en nombre de particules. Il doit être alimenté par de l'air filtré par un filtre THE et doit pouvoir maintenir un facteur de dilution constant compris entre 10 et 30.
- 4.3.1.4.7.2 Le facteur de dilution doit être fixé entre 10 et 15, de sorte que la concentration en nombre de particules en aval du deuxième dilueur soit inférieure au seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule et que la température des gaz à l'entrée du PNC soit inférieure à 35 °C.
5. Périodicité et procédures d'étalonnage
- 5.1 Périodicité d'étalonnage

Tableau A5/3

**Périodicité d'étalonnage des instruments**

<i>Contrôle des appareils</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Critères</i>
Linéarisation (étalonnage)	Semestrielle	±2 % de la valeur affichée
Calibrage (à mi-échelle)	Mensuelle	±2 %
Analyseur non dispersif dans l'infrarouge: interférence CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	Mensuelle	-1 à 3 ppm
Vérification du convertisseur de NO <sub>x</sub>	Mensuelle	>95 %
Vérification du convertisseur de CH <sub>4</sub>	Annuelle	98 % d'éthane
Réponse du détecteur à ionisation de flamme au CH <sub>4</sub>	Annuelle	Voir par. 5.4.3
Débit air/carburant du détecteur à ionisation de flamme	Après toute opération d'entretien importante	Suivant prescriptions du fabricant
Analyseur non dispersif dans l'ultraviolet: interférence H <sub>2</sub> O, HC	Après toute opération d'entretien importante	Suivant prescriptions du fabricant
Spectromètres laser infrarouge (analyseurs infrarouge haute résolution à bande étroite à modulation de phase)	Annuelle ou après toute opération d'entretien importante	Suivant prescriptions du fabricant
Chromatographie en phase gazeuse	Voir par. 7.2 et 7.3	Voir par. 7.2 et 7.3
Analyseurs infrarouge à transformée de Fourier	Voir par. 7.1.1	Voir par. 7.1.1
Linéarité des microbalances	Annuelle ou après toute opération d'entretien importante	Voir par. 4.2.2.2

Tableau A5/4

**Périodicité d'étalonnage des systèmes de prélèvement à volume constant (CVS)**

<i>Système de prélèvement à volume constant</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Critères</i>
Débit du venturi à régime critique	Après chaque révision	±2 %
Débit de dilution	Annuelle	±2 %
Capteur de température	Annuelle	±1 °C
Capteur de pression	Annuelle	±0,4 kPa
Vérification de l'injection	Hebdomadaire	±2 %

Tableau A5/5

**Périodicité d'étalonnage pour les données environnementales**

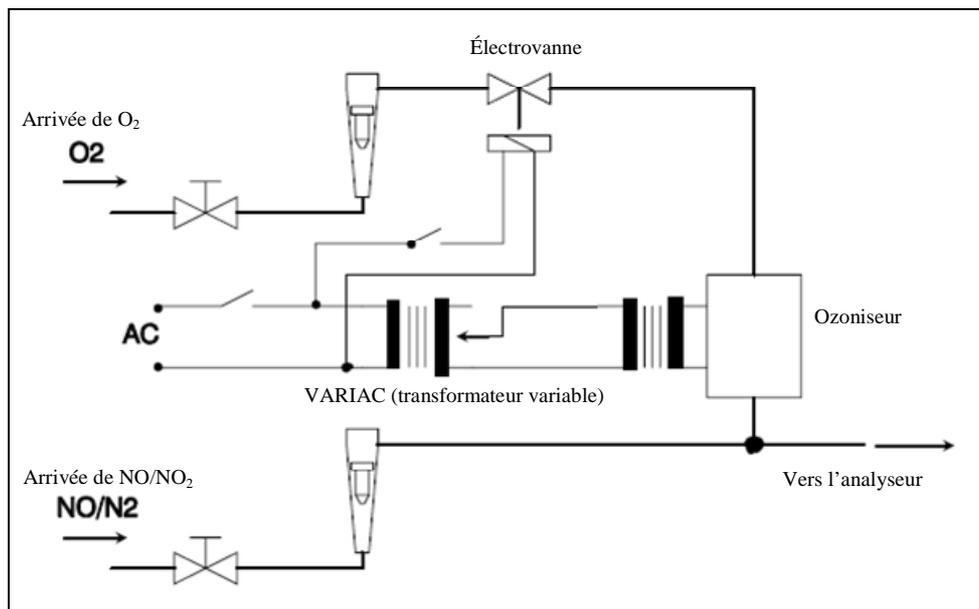
<i>Facteur ambiant</i>	<i>Périodicité</i>	<i>Critères</i>
Température	Annuelle	±1 °C
Humidité et point de rosée	Annuelle	±5 % HR
Pression ambiante	Annuelle	±0,4 kPa
Vitesse de l'air à la sortie de la soufflante	Après chaque révision	suivant prescriptions énoncées au par. 6.3.1.2

- 5.2 Procédure d'étalonnage des analyseurs
- 5.2.1 Chaque analyseur doit être étalonné suivant les prescriptions du fabricant et au moins suivant les périodicités énoncées dans le tableau A5/3.
- 5.2.2 La linéarité de chaque gamme de mesure normalement utilisée doit être contrôlée suivant la méthode définie ci-après.
- 5.2.2.1 On détermine la courbe d'étalonnage d'après au moins cinq points d'étalonnage espacés aussi régulièrement que possible. La concentration nominale du gaz d'étalonnage à la plus forte concentration doit être au moins égale à 80 % de la pleine échelle.
- 5.2.2.2 La concentration du gaz d'étalonnage prescrite peut être obtenue avec un mélangeur doseur de gaz par dilution avec de l'azote ou de l'air synthétique purifiés. L'exactitude de réglage du dispositif mélangeur doit être telle que la teneur des gaz d'étalonnage dilués puisse être déterminée à ±2 % près.
- 5.2.2.3 La courbe d'étalonnage est calculée par la méthode des moindres carrés. Si le polynôme obtenu est d'un degré supérieur à 3, le nombre de points d'étalonnage doit être au moins égal au degré de ce polynôme plus 2.
- 5.2.2.4 La courbe d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de 2 % de la valeur nominale de chaque gaz d'étalonnage.
- 5.2.2.5 Le tracé de la courbe d'étalonnage et les points d'étalonnage permettent de vérifier que l'étalonnage a été correctement exécuté. Les différents paramètres caractéristiques de l'analyseur doivent être indiqués, notamment:
- L'échelle;
  - La sensibilité;

- c) Le zéro;
  - d) La date de l'étalonnage.
- 5.2.2.6 D'autres techniques (utilisation d'un calculateur, commutation de gamme électronique, etc.) peuvent être appliquées, s'il est démontré à la satisfaction de l'autorité d'homologation qu'elles offrent une exactitude équivalente.
- 5.3 Procédure de vérification du zéro et du calibrage de l'analyseur
- 5.3.1 Chaque gamme de mesure normalement utilisée doit être vérifiée avant chaque analyse conformément aux prescriptions des paragraphes ci-après.
- 5.3.1.1 On vérifie l'étalonnage en utilisant un gaz de zéro et un gaz de calibrage dont la concentration nominale est comprise entre 80 % et 95 % de la concentration que l'on est censé analyser.
- 5.3.1.2 Si, pour les deux points considérés, l'écart entre la valeur théorique et celle obtenue au moment de la vérification n'est pas supérieur à  $\pm 5$  % de la pleine échelle, on peut réajuster les paramètres de réglage. Dans le cas contraire, on doit refaire une courbe d'étalonnage comme indiqué à la section 5.2.2 de la présente annexe.
- 5.3.1.3 Après l'essai, le gaz de zéro et le même gaz de calibrage sont utilisés pour un nouveau contrôle. L'analyse est considérée comme valable si l'écart entre les deux mesures est inférieur à 2 %.
- 5.4 Contrôle de la réponse aux hydrocarbures du détecteur à ionisation de flamme
- 5.4.1 Optimisation de la réponse du détecteur
- Le détecteur doit être réglé selon les instructions fournies par le fabricant. Pour optimiser la réponse dans la gamme de détection la plus courante, on utilisera un mélange propane-air.
- 5.4.2 Étalonnage de l'analyseur d'hydrocarbures
- 5.4.2.1 L'analyseur doit être étalonné au moyen d'un mélange propane-air et d'air synthétique purifié.
- 5.4.2.2 On établit la courbe d'étalonnage comme indiqué au paragraphe 5.2.2 de la présente annexe.
- 5.4.3 Facteurs de réponse pour les différents hydrocarbures et limites recommandées
- 5.4.3.1 Pour un composé hydrocarbure déterminé, le facteur de réponse  $R_f$  s'exprime par le rapport entre l'indication  $C_1$  donnée par le détecteur et la concentration du gaz d'étalonnage exprimée en ppm de  $C_1$ .
- La concentration du gaz d'essai doit être suffisante pour donner une réponse correspondant à environ 80 % de la déviation totale, pour la gamme de sensibilité choisie. La concentration doit être connue à  $\pm 2$  % près par rapport à un étalon gravimétrique exprimé en volume. En outre, les bouteilles de gaz doivent avoir été entreposées pendant 24 h à une température comprise entre 293 K et 303 K (entre 20 °C et 30 °C) avant le contrôle.

- 5.4.3.2 Les facteurs de réponse sont déterminés lors de la mise en service de l'analyseur et à des intervalles correspondant aux principales opérations d'entretien. Les gaz d'essai à utiliser et les facteurs de réponse recommandés sont les suivants:
- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Méthane et air purifié:   | $1,00 < R_f < 1,15$ |
| Propylène et air purifié: | $0,90 < R_f < 1,10$ |
| Toluène et air purifié:   | $0,90 < R_f < 1,10$ |
- Le facteur de réponse ( $R_f$ ) de 1,00 correspond au mélange de propane et d'air purifié.
- 5.5 Essai d'efficacité du convertisseur de  $\text{NO}_x$
- 5.5.1 L'efficacité du convertisseur utilisé pour la conversion de  $\text{NO}_2$  et  $\text{NO}$  doit être contrôlée au moyen d'un ozoniseur, conformément au montage d'essai présenté à la figure A5/15 et à la procédure décrite ci-après.
- 5.5.1.1 On étalonne l'analyseur sur la gamme la plus couramment utilisée conformément aux instructions du fabricant, avec un gaz de zéro et un gaz de calibrage (la teneur en  $\text{NO}$  de ce dernier doit correspondre à 80 % environ de la pleine échelle, et la concentration de  $\text{NO}_2$  dans le mélange de gaz doit être inférieure à 5 % de la concentration de  $\text{NO}$ ). On doit régler l'analyseur de  $\text{NO}_x$  sur le mode  $\text{NO}$ , afin que le gaz de calibrage ne passe pas dans le convertisseur. On enregistre la concentration affichée.
- 5.5.1.2 Par un raccord en T, on ajoute de manière continue de l'oxygène ou de l'air synthétique au courant de gaz de calibrage jusqu'à ce que la concentration affichée soit d'environ 10 % inférieure à la concentration d'étalonnage affichée telle qu'elle est spécifiée au paragraphe 5.5.1.1 ci-dessus. On enregistre la concentration affichée c. L'ozoniseur doit demeurer hors fonction pendant toute cette opération.
- 5.5.1.3 On met alors en fonction l'ozoniseur de manière à produire suffisamment d'ozone pour abaisser la concentration de  $\text{NO}$  à 20 % (valeur minimale 10 %) de la concentration d'étalonnage spécifiée au paragraphe 5.5.1.1 ci-dessus. On enregistre la concentration affichée d.
- 5.5.1.4 On commute alors l'analyseur sur le mode  $\text{NO}_x$ , et le mélange de gaz (constitué de  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_2$  et  $\text{N}_2$ ) traverse désormais le convertisseur. On enregistre la concentration affichée a.
- 5.5.1.5 On met ensuite hors fonction l'ozoniseur. Le mélange de gaz défini au paragraphe 5.5.1.2 ci-dessus traverse le convertisseur puis le détecteur. On enregistre la concentration affichée b.

Figure A5/15

Configuration de l'essai d'efficacité du convertisseur de NO<sub>x</sub>

5.5.1.6 L'ozoniseur étant toujours hors fonction, on coupe aussi l'arrivée d'oxygène ou d'air synthétique. La valeur de NO<sub>2</sub> affichée par l'analyseur ne doit pas alors être supérieure de plus de 5 % à la valeur spécifiée au paragraphe 5.5.1.1 ci-dessus.

5.5.1.7 L'efficacité du convertisseur de NO<sub>x</sub> est calculée comme suit:

$$\text{Efficacité (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d}\right) \times 100.$$

5.5.1.7.1 La valeur ainsi obtenue ne doit pas être inférieure à 95 %. L'efficacité du convertisseur doit être contrôlée selon la périodicité prescrite au tableau A5/3.

5.6 Étalonnage de la microbalance

5.6.1 L'étalonnage de la microbalance utilisée pour le pesage du filtre à particules doit être conforme à une norme nationale ou internationale. La balance doit être conforme aux prescriptions en matière de linéarité énoncées au paragraphe 4.2.2.2 de la présente annexe. La vérification de la linéarité doit être effectuée au moins tous les 12 mois ou après chaque réparation ou modification du système susceptible de modifier l'étalonnage.

5.7 Étalonnage et validation du système de prélèvement des particules

On trouvera des exemples de méthodes d'étalonnage et de validation sur le site suivante: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpFCP.html>.

5.7.1 Étalonnage du compteur du nombre de particules (PNC)

5.7.1.1 L'autorité d'homologation vérifie l'existence d'un certificat d'étalonnage du PNC attestant la conformité du PNC à une norme reconnue, établi dans les 13 mois précédant l'essai. Entre les étalonnages, on doit soit contrôler l'efficacité de comptage du PNC soit remplacer tous les 6 mois la mèche du

PNC. L'efficacité de comptage du PNC peut être contrôlée par comparaison avec un PNC de référence ou avec au moins deux autres PNC de mesure. Si le PNC indique des concentrations de particules ne s'écartant pas de  $\pm 10\%$  de la moyenne des concentrations du PNC de référence ou du groupe des PNC de mesure, il est considéré comme stable; dans le cas contraire, il faudra procéder à des opérations d'entretien du PNC. Lorsque le PNC est contrôlé par rapport à deux ou plusieurs autres PNC de mesure, il est admis d'utiliser pour le contrôle un véhicule de référence devant passer successivement dans différentes chambres d'essai chacune équipée de son propre PNC.

Figure A5/16

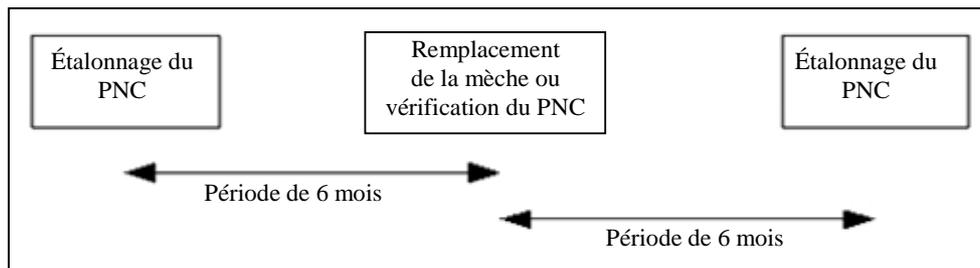
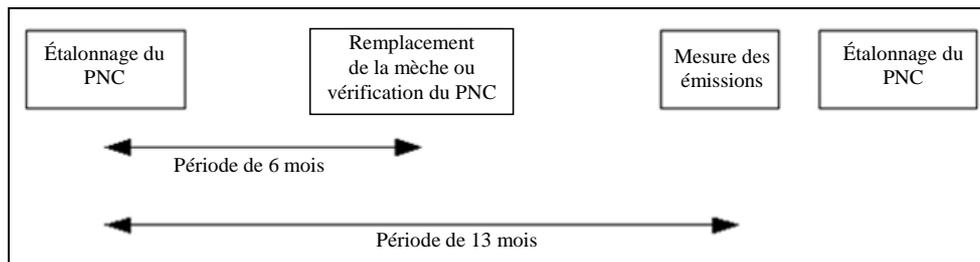
**Séquence annuelle nominale de vérification d'un PNC**

Figure A5/17

**Séquence annuelle élargie de vérification d'un PNC (dans le cas où un étalonnage complet du PNC est différé)**

- 5.7.1.2 Après toute opération d'entretien importante, le PNC doit être à nouveau étalonné et un nouveau certificat d'étalonnage doit être établi.
- 5.7.1.3 L'étalonnage doit être effectué conformément à une méthode d'étalonnage reconnue, par comparaison de la réponse du PNC à étalonner avec:
- Celle d'un électromètre à aérosol étalonné analysant simultanément en fonction de leur charge électrostatique les particules servant à l'étalonnage; ou
  - Celle d'un deuxième PNC qui a été directement étalonné selon la méthode ci-dessus.
- 5.7.1.3.1 Dans le cas décrit à l'alinéa *a* du paragraphe 5.7.1.3 ci-dessus, on procède à l'étalonnage en utilisant au moins six concentrations de référence espacées le plus uniformément possible sur la plage de mesure du PNC.
- 5.7.1.3.2 Dans le cas décrit à l'alinéa *b* du paragraphe 5.7.1.3 ci-dessus, on procède à l'étalonnage en utilisant au moins six concentrations de référence réparties sur la plage de mesure du PNC. Trois points au moins doivent être à des concentrations inférieures à  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$ , les concentrations restantes devant être linéairement espacées entre  $1\ 000\ \text{cm}^{-3}$  et la concentration maximale à laquelle le PNC peut fonctionner en mode de comptage particule par particule.

- 5.7.1.3.3 Dans les cas décrits aux alinéas *a* et *b* du paragraphe 5.7.1.3 ci-dessus, l'un des points choisis doit être le point correspondant à une concentration nominale égale à zéro, que l'on obtient en raccordant à l'entrée de chaque instrument un filtre THE répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008, ou un filtre équivalent. Aucun facteur d'étalonnage n'étant appliqué au PNC à étalonner, les concentrations mesurées ne doivent pas s'écarter de plus de  $\pm 10\%$  de la concentration de référence pour chaque concentration utilisée, à l'exception du point zéro. Dans le cas contraire, le PNC doit être rejeté. Le gradient obtenu par régression linéaire des deux ensembles de données doit être calculé et enregistré. Un facteur d'étalonnage égal à l'inverse du gradient est appliqué au PNC à étalonner. On calcule la linéarité de la réponse sur la base du carré du coefficient de corrélation de Pearson ( $R^2$ ) des deux ensembles de données; elle doit être égale ou supérieure à 0,97. Pour le calcul du gradient et de  $R^2$ , on doit faire passer la droite de régression linéaire par l'origine (correspondant à une concentration zéro pour les deux instruments).
- 5.7.1.4 Lors de l'étalonnage, on doit aussi vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions de l'alinéa *h* du paragraphe 4.3.1.3.4 de la présente annexe concernant l'efficacité de détection par le PNC de particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 23 nm. Par contre, le contrôle de l'efficacité du comptage des particules de 41 nm n'est pas obligatoire.
- 5.7.2 Étalonnage et validation du séparateur de particules volatiles (VPR)
- 5.7.2.1 Il doit être procédé à l'étalonnage des facteurs de réduction de la concentration de particules applicable au VPR sur toute la plage de réglages de dilution, aux températures nominales de fonctionnement définies pour l'instrument, lorsque l'appareil est neuf ou après toute opération d'entretien importante. La seule obligation concernant la validation périodique du facteur de réduction de la concentration de particules applicable au VPR consiste à effectuer un contrôle dans une seule station d'essai, en général une de celles où l'on procède aux mesures sur les véhicules équipés d'un filtre à particules. L'autorité compétente doit s'assurer qu'il existe un certificat d'étalonnage ou de validation du séparateur de particules volatiles établi dans les 6 mois précédant l'essai d'émissions. Si l'instrument est équipé de dispositifs d'alerte de surveillance de la température, l'intervalle entre deux validations peut être de 13 mois.
- Il est recommandé d'étalonner et de valider le VPR en tant qu'unité complète.
- Les caractéristiques du VPR doivent être déterminées quant au facteur de réduction de la concentration de particules avec des particules solides ayant un diamètre de mobilité électrique de 30 nm, 50 nm et 100 nm. Les facteurs de réduction de la concentration de particules ( $f_r(d)$ ) pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 30 nm et 50 nm ne doivent pas être supérieurs de plus de 30 % et de plus de 20 %, respectivement, ni inférieurs de plus de 5 % à ceux obtenus pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 100 nm. Aux fins de validation, le facteur moyen de réduction de la concentration de particules ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 10\%$  du facteur moyen de réduction  $\bar{f}_r$  déterminé lors du premier étalonnage du VPR.
- 5.7.2.2 L'aérosol d'essai utilisé pour ces mesures est constitué de particules solides d'un diamètre de mobilité électrique de 30, 50 et 100 nm sous une concentration minimale de  $5\,000\text{ cm}^{-3}$  à l'entrée du VPR. Il est possible d'utiliser pour la validation un aérosol polydispersé dont la concentration

modale de particules se situe à un diamètre de mobilité électrique de 50 nm. L'aérosol d'essai doit être thermiquement stable aux températures de fonctionnement du VPR. Les concentrations de particules sont mesurées en amont et en aval des composants.

Le facteur de réduction de la concentration des particules pour chaque granulométrie monodispersée ( $f_r(d_i)$ ) est calculé comme suit:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)};$$

Où:

$N_{in}(d_i)$  est la concentration en nombre de particules de diamètre  $d_i$  en amont;

$N_{out}(d_i)$  est la concentration en nombre de particules de diamètre  $d_i$  en aval;

$d_i$  est le diamètre de mobilité électrique des particules (30, 50 ou 100 nm).

$N_{in}(d_i)$  et  $N_{out}(d_i)$  doivent être corrigés en fonction des mêmes conditions.

Pour un niveau de dilution donné, la réduction moyenne de la concentration en particules  $\bar{f}_r$  est calculée comme suit:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30 \text{ nm}) + f_r(50 \text{ nm}) + f_r(100 \text{ nm})}{3}.$$

Lorsqu'un aérosol polydispersé de 50 nm est utilisé pour la validation, on calcule le facteur de réduction de la concentration moyenne de particules ( $\bar{f}_v$ ) à la dilution utilisée pour la validation comme suit:

$$\bar{f}_v = \frac{N_{in}}{N_{out}};$$

Où:

$N_{in}$  est la concentration en nombre de particules en amont;

$N_{out}$  est la concentration en nombre de particules en aval.

- 5.7.2.3 Un certificat de validation du VPR attestant l'efficacité du séparateur de particules volatiles et établi dans les 6 mois précédant l'essai d'émissions doit être présenté sur demande.
- 5.7.2.3.1 Si l'instrument est équipé de dispositifs d'alerte de surveillance de la température, l'intervalle maximal entre deux validations est porté à 13 mois.
- 5.7.2.3.2 Le VPR doit retenir à plus de 99 % les particules de tétracontane ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$ ) d'un diamètre de mobilité électrique d'au moins 30 nm à partir d'une concentration d'entrée supérieure ou égale à  $10\,000 \text{ cm}^{-3}$ , l'appareil fonctionnant à son niveau minimal de dilution et à la température recommandée par le fabricant.
- 5.7.3 Procédures de vérification du système de comptage des particules
- 5.7.3.1 On vérifie chaque mois au moyen d'un débitmètre étalonné que la valeur affichée du débit entrant dans le compteur de particules ne s'écarte pas de plus de 5 % du débit nominal du compteur.

6. Gaz de référence
- 6.1 Gaz purs
- 6.1.1 Toutes les valeurs données en ppm sont en réalité en parties par million en volume (vpm).
- 6.1.2 Les gaz purs utilisés selon le cas pour l'étalonnage et l'utilisation de l'appareillage doivent répondre aux conditions suivantes:
- 6.1.2.1 Azote: pureté  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO,  $< 0,1$  ppm NO<sub>2</sub>,  $< 0,1$  ppm N<sub>2</sub>O,  $< 0,1$  ppm NH<sub>3</sub>;
- 6.1.2.2 Air synthétique: pureté  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO; concentration d'oxygène de 18 % à 21 % en volume;
- 6.1.2.3 Oxygène: pureté  $> 99,5$  % O<sub>2</sub> en volume;
- 6.1.2.4 Hydrogène (et mélange contenant de l'hélium ou de l'azote): pureté  $\leq 1$  ppm C,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>;
- 6.1.2.5 Monoxyde de carbone: pureté minimale 99,5 %;
- 6.1.2.6 Propane: pureté minimale 99,5 %.
- 6.2 Gaz d'étalonnage
- 6.2.1 La concentration réelle du gaz d'étalonnage ne doit pas s'écarter de plus de  $\pm 1$  % de la valeur déclarée ou satisfaire aux valeurs ci-dessous.
- Les mélanges de gaz des compositions chimiques suivantes doivent répondre aux critères de pureté des gaz énoncés aux paragraphes 6.1.2.1 ou 6.1.2.2 de la présente annexe:
- a) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> mélangé à de l'air synthétique (voir par. 6.1.2.2 ci-dessus);
  - b) CO mélangé à de l'azote;
  - c) CO<sub>2</sub> mélangé à de l'azote;
  - d) CH<sub>4</sub> mélangé à de l'air synthétique;
  - e) NO mélangé à de l'azote (la teneur en NO<sub>2</sub> de ce gaz d'étalonnage ne doit pas dépasser 5 % de sa teneur en NO);
  - f) NO<sub>2</sub> mélangé à de l'azote (tolérance  $\pm 2$  %);
  - g) N<sub>2</sub>O mélangé à de l'azote (tolérance  $\pm 2$  %);
  - h) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH mélangé à de l'air synthétique ou à de l'azote (tolérance  $\pm 2$  %).
7. Autres méthodes de prélèvement et d'analyse
- 7.1 Analyseur infrarouge à transformée de Fourier (FTIR)
- 7.1.1 Principe des mesures
- 7.1.1.1 Un analyseur FTIR emploie le principe de la spectroscopie infrarouge à large bande. Il permet de mesurer simultanément divers constituants des gaz d'échappement dont les spectres normalisés sont mémorisés dans l'instrument. Le spectre d'absorption (intensité/longueur d'onde) est calculé à partir de l'interférogramme (intensité/temps) mesuré par la méthode de la transformée de Fourier.

- 7.1.1.2 Le flux interne de l'échantillon dans l'analyseur jusqu'à la chambre de mesure et la cellule elle-même doivent être chauffés aux conditions de température définies au paragraphe 10.1.1 («Prélèvement par extraction») de la présente annexe.
- 7.1.1.3 Interférences avec les mesures
- 7.1.1.3.1 La résolution spectrale de la longueur d'onde cible doit être d'au moins  $0,5 \text{ cm}^{-1}$  afin de minimiser les interférences causées par d'autres gaz présents dans les gaz d'échappement.
- 7.1.1.3.2 La réponse de l'analyseur ne doit pas dépasser  $\pm 2$  ppm aux concentrations maximales de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{H}_2\text{O}$  prévisibles pendant l'essai du véhicule.
- 7.2 Méthodes de prélèvement et d'analyse du  $\text{N}_2\text{O}$
- 7.2.1 Méthode par chromatographie en phase gazeuse
- 7.2.1.1 Description générale
- Après séparation chromatographique en phase gazeuse, le  $\text{N}_2\text{O}$  est analysé par un détecteur à capture d'électrons (ECD) approprié.
- 7.2.1.2 Prélèvement
- À chaque phase de l'essai, un échantillon de gaz doit être prélevé pour analyse dans le sac de gaz d'échappement dilués et dans le sac d'air de dilution. Il est possible d'analyser un seul échantillon composite d'air de dilution ambiant (cela n'est pas admis pour le pesage par phases).
- 7.2.1.2.1 Transfert des échantillons
- Il est possible de stocker les échantillons dans des récipients secondaires en vue de leur transport entre la chambre d'essai et le laboratoire de chromatographie en phase gazeuse. Les précautions techniques nécessaires doivent être prises pour éviter une dilution supplémentaire lors du transfert des échantillons des sacs de collecte dans des sacs secondaires.
- 7.2.1.2.1.1 Récipients secondaires de stockage des échantillons
- Les volumes de gaz devront être mis dans des conteneurs suffisamment propres, ne présentant ni fuite ni perméation des gaz. Les règles de bonne pratique technique seront prises en compte pour déterminer les seuils acceptables de propreté et de perméabilité des conteneurs. Le nettoyage d'un récipient se fera par purge, par mise sous vide et par chauffage à plusieurs reprises.
- 7.2.1.2.2 Stockage des échantillons
- Les sacs secondaires de stockage des échantillons doivent être conservés à température ambiante et leur contenu doit être analysé dans les 24 h.
- 7.2.1.3 Instruments et appareils
- 7.2.1.3.1 Un chromatographe en phase gazeuse couplé à un détecteur à capture d'électrons peut être utilisé pour mesurer les concentrations de  $\text{N}_2\text{O}$  dans les gaz d'échappement dilués dans le cas d'un prélèvement d'échantillons par lots.
- 7.2.1.3.2 Il est possible soit d'injecter directement l'échantillon dans le chromatographe en phase gazeuse soit d'utiliser un préconcentrateur approprié. Si une préconcentration est effectuée, elle doit être appliquée pour toutes les opérations de vérification et de contrôle de qualité requises.

- 7.2.1.3.3 Pour obtenir une résolution adéquate du pic de N<sub>2</sub>O aux fins d'analyse, il est possible d'utiliser une colonne capillaire ou une colonne à garnissage de polarité et de longueur appropriées.
- 7.2.1.3.4 Le choix du profil de température de la colonne et du gaz vecteur doit être pris en compte lors de la mise au point de la méthode pour obtenir une résolution adéquate des pics de N<sub>2</sub>O. L'opérateur doit s'efforcer d'obtenir autant que possible des pics dont les bases sont séparées.
- 7.2.1.3.5 Les règles de bonne pratique technique doivent être prises en compte pour mettre l'instrument à zéro et corriger la dérive.
- Exemple: Il est possible d'effectuer une mesure du gaz de calibrage avant et après l'analyse de l'échantillon sans remettre l'appareil à zéro, et d'utiliser les valeurs moyennes des aires des mesures avant et après le passage du gaz de calibrage pour calculer un facteur de réponse (aires des mesures/concentration du gaz d'étalonnage), que l'on multiplie ensuite par la valeur des aires des mesures de l'échantillon pour déterminer la concentration de l'échantillon.
- 7.2.1.4 Réactifs et matériel
- Le degré de pureté de tous les réactifs ainsi que des gaz vecteurs et des gaz d'appoint doit être de 99,995 %. Le gaz d'appoint doit être N<sub>2</sub> ou Ar/CH<sub>4</sub>.
- 7.2.1.5 Procédure d'intégration des pics
- 7.2.1.5.1 Les valeurs d'intégration des pics doivent être corrigées si nécessaire dans le système de données. Tous les segments de base mal placés doivent être corrigés dans le chromatogramme reconstruit.
- 7.2.1.5.2 Les identifications des pics fournies par un ordinateur doivent être vérifiées et corrigées si nécessaire.
- 7.2.1.5.3 Toutes les évaluations doivent se fonder sur les aires des pics. Il est possible d'utiliser à la place les hauteurs des pics, avec l'accord de l'autorité d'homologation.
- 7.2.1.6 Linéarité
- Un étalonnage multipoint, destiné à confirmer la linéarité de l'instrument, doit être effectué pour le composé cible:
- Pour tout nouvel instrument;
  - Après qu'aient été effectuées des modifications de l'instrument susceptibles d'affecter sa linéarité; et
  - Au moins une fois par an.
- 7.2.1.6.1 L'étalonnage multipoint est effectué sur au moins trois concentrations, chacune située au-dessus de la limite de détection, réparties sur la gamme prévue de concentrations de l'échantillon.
- 7.2.1.6.2 Chaque niveau de concentration est mesuré au moins deux fois.
- 7.2.1.6.3 Une analyse de régression linéaire est effectuée en utilisant la concentration et les surfaces moyennes pour déterminer le coefficient de corrélation de régression  $r$ . Dans le cas d'un étalonnage simple, le coefficient de corrélation de régression doit être supérieur à 0,995 pour être considéré comme linéaire.
- Si le contrôle hebdomadaire de la réponse de l'instrument indique que sa linéarité pourrait avoir changé, un étalonnage multipoint doit être effectué.

- 7.2.1.7      Contrôle de la qualité
- 7.2.1.7.1    La norme d'étalonnage doit être analysée chaque jour où des analyses sont effectuées afin de calculer les facteurs de réponse à employer pour quantifier les concentrations des échantillons.
- 7.2.1.7.2    Aux fins du contrôle de la qualité, une norme d'étalonnage doit être analysée dans les 24 h précédant l'analyse de l'échantillon.
- 7.2.1.8      Calculs
- Concentration de N<sub>2</sub>O = Aire de pic<sub>échantillon</sub> x Facteur de réponse<sub>échantillon</sub>
- $$\text{Facteur de réponse}_{\text{échantillon}} = \frac{\text{Concentration}_{\text{norme}} \text{ (ppb)}}{\text{Surface des pics}_{\text{norme}}}$$
- 7.2.1.9      Limite de détection et de quantification
- La limite de détermination est fondée sur la mesure du bruit à proximité du temps de rétention du N<sub>2</sub>O (référence: DIN 32645, 01.11.2008):
- Limite de détection: LD: moy. (bruit) + 3 × écart type  
où l'écart type est considéré comme égal au bruit.
- Limite de quantification: LQ = 3 × LD.
- Aux fins du calcul de la masse de N<sub>2</sub>O, les concentrations inférieures à LD sont considérées comme nulles.
- 7.2.1.10    Vérification de l'interférence
- L'interférence provient de tout composant présent dans l'échantillon dont le temps de rétention est similaire à celui du composé cible défini dans la présente méthode. Pour réduire les erreurs d'interférence, une preuve de l'identité chimique peut nécessiter des confirmations périodiques au moyen d'une méthode ou d'instruments de substitution.

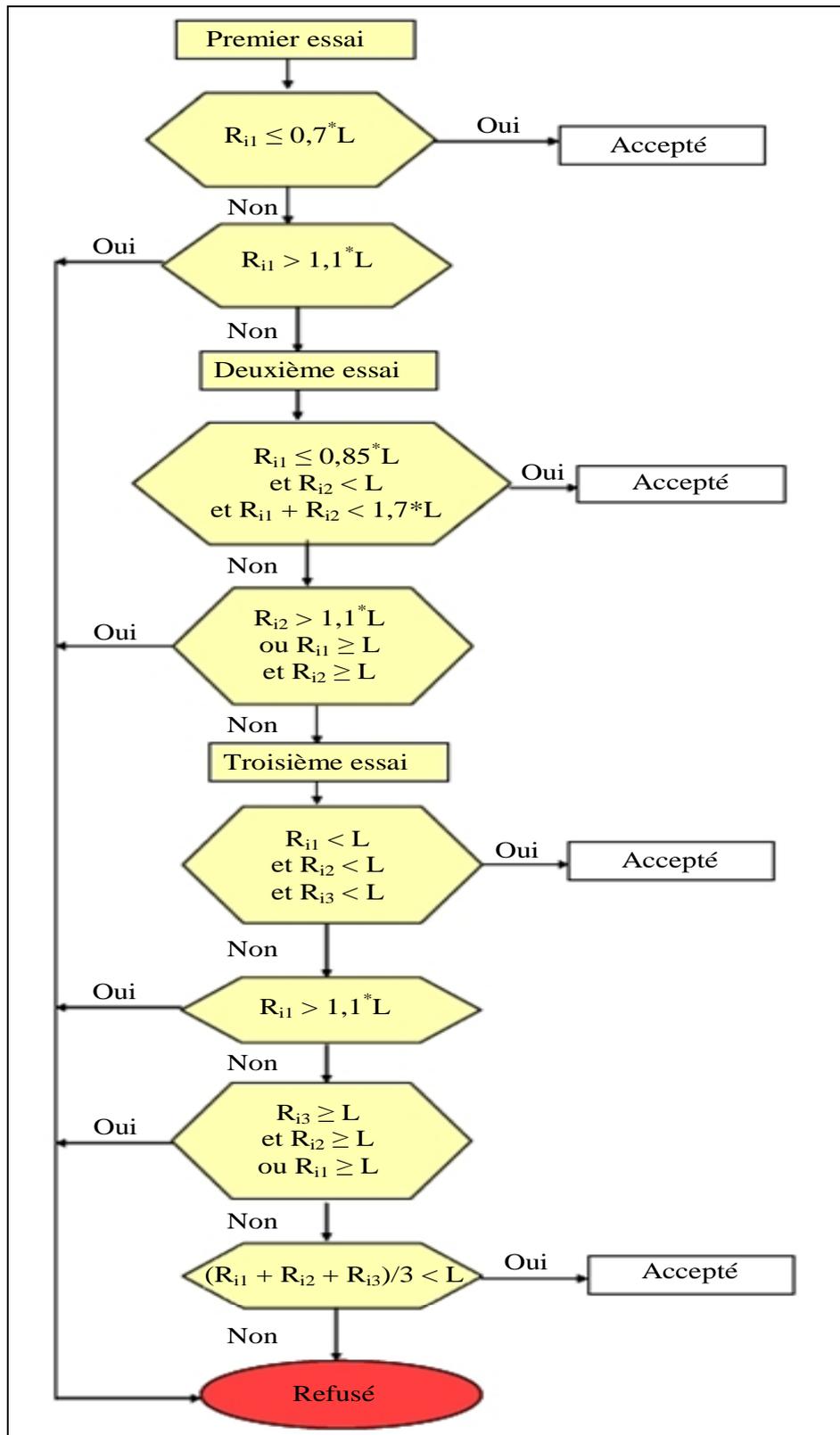
## Annexe 6

### Procédure et conditions pour l'essai de type 1

1. Procédure et conditions d'essai
  - 1.1 Description des essais
    - 1.1.1 Les essais ont pour objet de mesurer les émissions de composés gazeux, les matières particulaires, le nombre de particules, les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation de carburant au cours d'un cycle d'essai caractéristique.
      - 1.1.1.1 Ils doivent être exécutés selon la méthode présentée à la section 1.2 ci-après. Les gaz, les matières particulaires et les particules doivent être prélevés et analysés selon les méthodes prescrites.
      - 1.1.1.2 Le nombre d'essais à effectuer est déterminé comme indiqué à la figure A6/1. R<sub>i1</sub> à R<sub>i3</sub> sont les résultats finaux de trois essais servant à déterminer les émissions de gaz et de matières particulaires, les émissions de dioxyde de carbone et la consommation de carburant, selon le cas. L désigne une valeur limite fixée par les Parties contractantes.

Figure A6/1

Diagramme de décision relatif au nombre d'essais de type 1 à réaliser



- 1.2 Conditions d'exécution de l'essai de type 1
  - 1.2.1 Présentation générale
    - 1.2.1.1 L'essai de type 1 est une séquence d'opérations de préparation du dynamomètre, d'approvisionnement en carburant, de stabilisation à chaud et d'essai.
    - 1.2.1.2 Il consiste à mettre en marche le moteur et à faire fonctionner le véhicule sur un banc à rouleaux au cours d'un cycle d'essai donné. Une partie proportionnelle des gaz d'échappement dilués est recueillie de façon continue pour être analysée ensuite, à l'aide d'un dispositif de prélèvement à volume constant ou d'un autre dispositif d'aspiration.
    - 1.2.1.3 Sauf en cas de défaut ou d'arrêt de fonctionnement d'un composant, tous les dispositifs antipollution montés sur le véhicule à l'essai ou intégrés à ce dernier doivent fonctionner durant tous les essais.
    - 1.2.1.4 On mesure les concentrations ambiantes de tous les polluants dont les émissions font l'objet d'une évaluation. Pour les essais portant sur les gaz d'échappement, cela implique de prélever et d'analyser l'air de dilution.
      - 1.2.1.4.1 Mesure de la masse de particules dans l'air ambiant
        - 1.2.1.4.1.1 Dans le cas où le constructeur demande et où la Partie contractante autorise que les matières particulaires ambiantes prélevées dans l'air de dilution ou le tunnel de dilution soient soustraites des émissions mesurées, les concentrations ambiantes correspondantes doivent être déterminées comme indiqué ci-après.
          - 1.2.1.4.1.1.1 La correction maximale admissible pour tenir compte des concentrations ambiantes est égale à une masse sur le filtre équivalent à 1 mg/km au débit fixé pour l'essai.
          - 1.2.1.4.1.1.2 Si la concentration ambiante est supérieure à cette valeur, on soustrait la valeur par défaut de 1 mg/km.
          - 1.2.1.4.1.1.3 Si la soustraction de la concentration ambiante produit un résultat négatif, on retient la valeur zéro.
          - 1.2.1.4.1.2 La concentration de matières particulaires dans l'air de dilution est déterminée en faisant passer de l'air de dilution filtré par le filtre à particules. Cette opération s'effectue en un point situé directement en aval des filtres de l'air de dilution. Les concentrations, exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont déterminées en calculant la moyenne mobile d'un minimum de 14 mesures, sachant qu'une mesure au moins doit être effectuée chaque semaine.
          - 1.2.1.4.1.3 La concentration de matières particulaires dans le tunnel de dilution est déterminée en faisant passer de l'air de dilution filtré par le filtre à particules. Cette opération s'effectue au même point que le prélèvement des matières particulaires. Lorsqu'une dilution secondaire est prévue dans le cadre de l'essai, le dispositif de dilution secondaire doit être en service aux fins de la mesure de la concentration ambiante. Une mesure peut être faite le jour de l'essai, avant ou après ce dernier.
        - 1.2.1.4.2 Mesure du nombre de particules dans l'air ambiant
          - 1.2.1.4.2.1 Lorsqu'une Partie contractante autorise que le nombre de particules ambiantes constaté dans l'air de dilution ou le tunnel de dilution soit soustrait des résultats de mesure des émissions, ou lorsqu'un constructeur demande un

prélèvement dans l'air ambiant, le calcul du nombre de particules doit s'effectuer comme suit:

- 1.2.1.4.2.1.1 La correction maximale admissible pour tenir compte du nombre de particules ambiantes est égale à  $2 \times 10^9$  particules/km;
- 1.2.1.4.2.1.2 Si le nombre de particules ambiantes est supérieur à cette valeur, on soustrait la valeur par défaut de  $2 \times 10^9$  particules/km;
- 1.2.1.4.2.1.3 Si la soustraction du nombre de particules ambiantes produit un résultat négatif, on retient la valeur zéro.
- 1.2.1.4.2.2 Le nombre de particules ambiantes dans l'air de dilution est déterminé par prélèvement d'air de dilution filtré. Cette opération s'effectue en un point situé directement en aval des filtres de l'air de dilution, dans le dispositif de mesure du nombre de particules. Le nombre de particules, exprimé en  $\text{nb}/\text{m}^3$ , est déterminé en calculant la moyenne mobile d'un minimum de 14 mesures, sachant qu'une mesure au moins doit être effectuée chaque semaine.
- 1.2.1.4.2.3 Le nombre de particules ambiantes dans le tunnel de dilution est déterminé par prélèvement d'air de dilution filtré. Cette opération s'effectue au même point que le prélèvement aux fins de la mesure du nombre de particules. Lorsqu'une dilution secondaire est prévue dans le cadre de l'essai, le dispositif de dilution secondaire doit être en service aux fins de la mesure du nombre de particules ambiantes. Une mesure peut être faite le jour de l'essai, avant ou après ce dernier.
- 1.2.2 Équipement général de la chambre d'essai
  - 1.2.2.1 Paramètres à mesurer
    - 1.2.2.1.1 Les températures ci-après doivent être mesurées avec une exactitude de  $\pm 1,5$  K:
      - a) Température de l'air ambiant dans la chambre d'essai;
      - b) Températures dans les dispositifs de dilution et de prélèvement, selon les valeurs requises pour les appareils de mesure des émissions présentés à l'annexe 5.
    - 1.2.2.1.2 La pression atmosphérique doit être mesurable à  $\pm 0,1$  kPa près.
    - 1.2.2.1.3 L'humidité absolue ( $H_a$ ) doit être mesurable à  $\pm 1$  g  $\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$  d'air sec.
  - 1.2.2.2 Chambre d'essai et espace de stabilisation
    - 1.2.2.2.1 Chambre d'essai
      - 1.2.2.2.1.1 Pour la chambre d'essai, la température de consigne est de 296 K, avec une tolérance de  $\pm 5$  K. La température et l'humidité de l'air doivent être mesurées à la sortie du ventilateur de refroidissement du véhicule, à la fréquence de 1 Hz.
      - 1.2.2.2.1.2 L'humidité absolue ( $H_a$ ) de l'air dans la chambre d'essai ou de l'air d'admission du moteur doit satisfaire à la condition suivante:
 
$$5,5 \leq H_a \leq 12,2 \text{ (g H}_2\text{O/kg air sec.)}$$
      - 1.2.2.2.1.3 L'humidité doit être mesurée en continu, à une fréquence de 1 Hz au minimum.

#### 1.2.2.2.2 Espace de stabilisation

Pour l'espace de stabilisation, la température de consigne est de 296 K, avec une tolérance de  $\pm 3$  K sur une moyenne mobile de 5 min et sans écart systématique par rapport à la température de consigne. L'humidité doit être mesurée en continu, à une fréquence de 1 Hz au minimum.

#### 1.2.3 Véhicule d'essai

##### 1.2.3.1 Généralités

Le véhicule d'essai doit être conforme en tout point au modèle qui est produit en série. Si ce n'est pas le cas, une description complète doit être consignée. Lorsqu'ils choisissent le véhicule d'essai, le constructeur et l'autorité technique responsable doivent convenir du modèle représentatif de la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>. Pour la mesure des émissions, la résistance à l'avancement telle que déterminée avec le véhicule d'essai H est appliquée. Si, à la demande du constructeur, la méthode d'interpolation pour le CO<sub>2</sub> est utilisée (voir la section 3.2.3.2 de l'annexe 7), une mesure additionnelle des émissions est effectuée en tenant compte de la résistance à l'avancement telle que déterminée avec le véhicule d'essai L. Les véhicules H et L doivent tous deux être soumis à essai avec le rapport de démultiplication final le plus court dans la famille de véhicules du point de vue des émissions de CO<sub>2</sub>. La méthode d'interpolation pour le CO<sub>2</sub> ne doit être appliquée que pour les caractéristiques en rapport avec la résistance à l'avancement qui ont été choisies parce qu'elles sont différentes entre le véhicule d'essai L et le véhicule d'essai H; pour la ou les autres caractéristiques en rapport avec la résistance à l'avancement, c'est la valeur pour le véhicule d'essai H qui doit être appliquée dans la méthode d'interpolation pour le CO<sub>2</sub>. Le constructeur peut également choisir de ne pas appliquer la méthode d'interpolation pour les caractéristiques en rapport avec la résistance à l'avancement retenues pour leurs différences entre les véhicules d'essai L et H. Dans ce cas, c'est la valeur pour le véhicule d'essai H qui doit être appliquée dans la méthode d'interpolation pour le CO<sub>2</sub>.

##### 1.2.3.2 Plage d'interpolation pour le CO<sub>2</sub>

La méthode d'interpolation pour le CO<sub>2</sub> ne doit être appliquée que si la différence entre les véhicules d'essai L et H en ce qui concerne le CO<sub>2</sub> se situe entre un minimum de 5 et un maximum de 30 g/km ou 20 % du CO<sub>2</sub> pour le véhicule H, selon la valeur la plus basse.

À la demande du constructeur, et avec l'accord de l'autorité responsable, la ligne d'interpolation pour le CO<sub>2</sub> peut être extrapolée à un maximum de 3 g/km au-dessus du niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> du véhicule H ou au-dessous du niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> du véhicule L, de façon à tenir compte d'options futures dans l'homologation de type. Cette extrapolation n'est valable que dans les limites absolues de la plage d'interpolation ci-dessus.

##### 1.2.3.3 Rodage

Le véhicule doit être présenté en bon état mécanique. Il doit avoir été rodé et avoir parcouru au moins 3 000 km avant l'essai. Le rodage du moteur, de la transmission et du véhicule doit être effectué conformément aux prescriptions du constructeur.

- 1.2.4 Réglages
- 1.2.4.1 Les réglages et la vérification du dynamomètre doivent être effectués conformément aux dispositions de l'annexe 4.
- 1.2.4.2 Mode fonctionnement du dynamomètre
- 1.2.4.2.1 Le mode fonctionnement du dynamomètre pour le véhicule peut être activé à la demande du constructeur.
- 1.2.4.2.2 Le mode fonctionnement du dynamomètre, s'il existe, doit être activé conformément aux instructions du constructeur (par exemple, en appuyant sur une série de boutons au volant dans un ordre déterminé, en utilisant l'appareil d'essai en atelier du constructeur ou en retirant un fusible).
- Le constructeur doit fournir à l'autorité responsable la liste des dispositifs désactivés et lui indiquer les raisons de leur désactivation.
- Lorsque le dynamomètre est en marche, les accessoires doivent être arrêtés ou désactivés.
- 1.2.4.2.3 Le mode fonctionnement du dynamomètre ne doit pas activer, moduler, retarder ou désactiver le fonctionnement d'un quelconque élément ayant une incidence sur les émissions et la consommation de carburant dans les conditions d'essai. Tout dispositif ayant une incidence sur le fonctionnement du banc à rouleaux doit être mis dans un état autorisant un fonctionnement normal.
- L'activation ou la désactivation du mode doit être consignée.
- 1.2.4.3 Le système d'échappement du véhicule ne doit pas présenter de fuite ayant pour effet de réduire la quantité de gaz collectée.
- 1.2.4.4 Les réglages du moteur et des commandes du véhicule doivent être conformes à ceux prescrits par le constructeur.
- 1.2.4.5 Les pneumatiques doivent être d'un type reconnu par le constructeur comme équipement d'origine. Leur pression peut être augmentée jusqu'à 50 % au-dessus de la pression indiquée à la section 4.2.2.3 de l'annexe 4. Une même pression doit être appliquée pour le réglage du dynamomètre et pour tous les essais ultérieurs. La pression appliquée doit être consignée.
- 1.2.4.6 Carburant de référence
- 1.2.4.6.1 Le carburant de référence approprié, tel que spécifié à l'annexe 3 (Carburants de référence), doit être utilisé pour les essais.
- 1.2.4.7 Préparation du véhicule d'essai
- 1.2.4.7.1 Le véhicule doit être approximativement à l'horizontale durant l'essai, de façon à éviter toute distribution anormale du carburant.
- 1.2.4.7.2 Au besoin, le constructeur doit fournir des accessoires et des adaptateurs supplémentaires nécessaires pour installer un système de vidange du carburant au point le plus bas possible du ou des réservoirs tels qu'ils sont montés sur le véhicule et pour recueillir des échantillons de gaz d'échappement.
- 1.2.5 Cycles d'essai préliminaires
- 1.2.5.1 À la demande du constructeur, des cycles d'essai préliminaires peuvent être exécutés afin de suivre la courbe de vitesse dans les limites prescrites.

- 1.2.6 Préconditionnement du véhicule d'essai
- 1.2.6.1 Le ou les réservoirs de carburant doivent être remplis avec le carburant d'essai spécifié. Si le carburant qui se trouve déjà dans le ou les réservoirs ne satisfait pas aux prescriptions de la section 1.2.4.6 ci-dessus, il convient de le vidanger avant de procéder au remplissage. Pour les opérations ci-dessus, le dispositif de réduction des émissions par évaporation ne doit pas être vidangé ni rempli de façon anormale.
- 1.2.6.2 Charge des batteries
- Les batteries doivent être chargées à 100 % avant le cycle de preconditionnement. Elles ne doivent pas être rechargées avant l'exécution des essais officiels.
- 1.2.6.3 Le véhicule à essayer doit être amené jusqu'à la chambre d'essai et les opérations décrites ci-après doivent être effectuées.
- 1.2.6.3.1 Le véhicule doit être conduit par ses propres moyens ou poussé sur le banc à rouleaux et soumis aux cycles d'essai applicables. Il ne doit pas nécessairement être froid et il peut être utilisé pour le réglage du banc.
- 1.2.6.3.2 Le dynamomètre doit être réglé conformément aux dispositions de la section 7.9 de l'annexe 4.
- 1.2.6.3.3 Lors du preconditionnement, la température de la chambre d'essai doit être la même que celle fixée pour l'essai de type 1 (sect. 1.2.2.2.1 de la présente annexe).
- 1.2.6.3.4 La pression des pneumatiques des roues motrices doit être réglée conformément aux dispositions du paragraphe 1.2.4.5 de la présente annexe.
- 1.2.6.3.5 Entre les essais réalisés avec le premier carburant gazeux de référence puis avec le deuxième carburant gazeux de référence, pour les véhicules à allumage commandé alimentés au GPL ou au GN/biométhane, ou équipés de façon à pouvoir être alimentés à l'essence, au GPL ou au GN/biométhane, le véhicule doit être preconditionné une nouvelle fois.
- 1.2.6.3.6 Aux fins du preconditionnement, le cycle d'essai WLTC applicable doit être exécuté. Le démarrage du moteur et la conduite du véhicule doivent s'effectuer conformément aux dispositions de la section 1.2.6.4.
- Le dynamomètre doit être réglé comme indiqué au paragraphe 1.2.4.1 ci-dessus.
- 1.2.6.3.7 Si le constructeur en fait la demande et si l'autorité responsable est d'accord, il est possible d'exécuter des cycles de preconditionnement WLTC applicables additionnels afin de stabiliser les paramètres du véhicule et de ses dispositifs antipollution.
- 1.2.6.3.8 L'autorité responsable doit consigner toutes les opérations de preconditionnement additionnelles.
- 1.2.6.3.9 Dans le cas d'une installation d'essai où les résultats des essais effectués sur un véhicule à faibles émissions de particules risqueraient d'être faussés par les résidus d'un essai précédent effectué sur un véhicule à fortes émissions de particules, il est recommandé d'effectuer, à titre de preconditionnement de l'équipement de prélèvement, un cycle d'essai en conditions stabilisées à 120 km/h pendant 20 min avec un véhicule à faibles émissions de particules. Ce cycle de preconditionnement peut être prolongé et/ou exécuté à une plus

grande vitesse si nécessaire. S'il y a lieu, les mesures des concentrations ambiantes dans le tunnel de dilution doivent se faire après le préconditionnement du tunnel et avant tout essai ultérieur sur le véhicule.

1.2.6.4 Le moteur doit être démarré à l'aide des dispositifs prévus à cet effet et conformément aux instructions du constructeur.

Le passage du mode prédominant à un autre mode disponible après le démarrage du véhicule ne doit être possible que par une opération volontaire du conducteur n'ayant aucune incidence sur l'une quelconque des autres fonctions du véhicule.

1.2.6.4.1 Si le véhicule ne démarre pas, l'essai est annulé, le préconditionnement doit être répété et un nouvel essai doit être exécuté.

1.2.6.4.2 Le cycle commence au début de la phase de démarrage du moteur.

1.2.6.4.3 En cas d'utilisation de GPL ou de GN/biométhane comme carburant, il est admis que le moteur démarre à l'essence puis passe automatiquement au GPL ou au GN/biométhane après un laps de temps prédéterminé qui ne peut pas être modifié par le conducteur.

1.2.6.4.4 Durant les phases d'arrêt/de ralenti du véhicule, les freins doivent être actionnés avec suffisamment de force pour que les roues motrices ne tournent pas.

1.2.6.4.5 Au cours de l'essai, la vitesse doit être enregistrée par rapport au temps ou mesurée par le système d'acquisition de données à une fréquence au moins égale à 1 Hz pour permettre son évaluation.

1.2.6.4.6 La distance effectivement parcourue par le véhicule doit être enregistrée pour chaque phase.

1.2.6.5 Utilisation de la transmission

1.2.6.5.1 Transmission manuelle

Il convient de se conformer aux prescriptions de changement de rapports énoncées à l'annexe 2.

Lorsqu'un véhicule n'est pas en mesure d'atteindre l'accélération et la vitesse maximale indiquées pour le cycle d'essai, l'essai est exécuté avec l'accélérateur à fond de course jusqu'à ce que la courbe prescrite soit rattrapée. Un écart par rapport à la courbe de vitesse dans ces conditions n'a pas pour effet d'annuler l'essai. Les écarts par rapport au cycle d'essai doivent être enregistrés.

1.2.6.5.1.1 Les tolérances indiquées au paragraphe 1.2.6.6 ci-après sont applicables.

1.2.6.5.1.2 Le changement de rapports doit avoir lieu à  $\pm 1,0$  s du point de changement de rapport prescrit.

1.2.6.5.1.3 La manœuvre de débrayage doit être effectuée à  $\pm 1,0$  s du point d'actionnement prescrit.

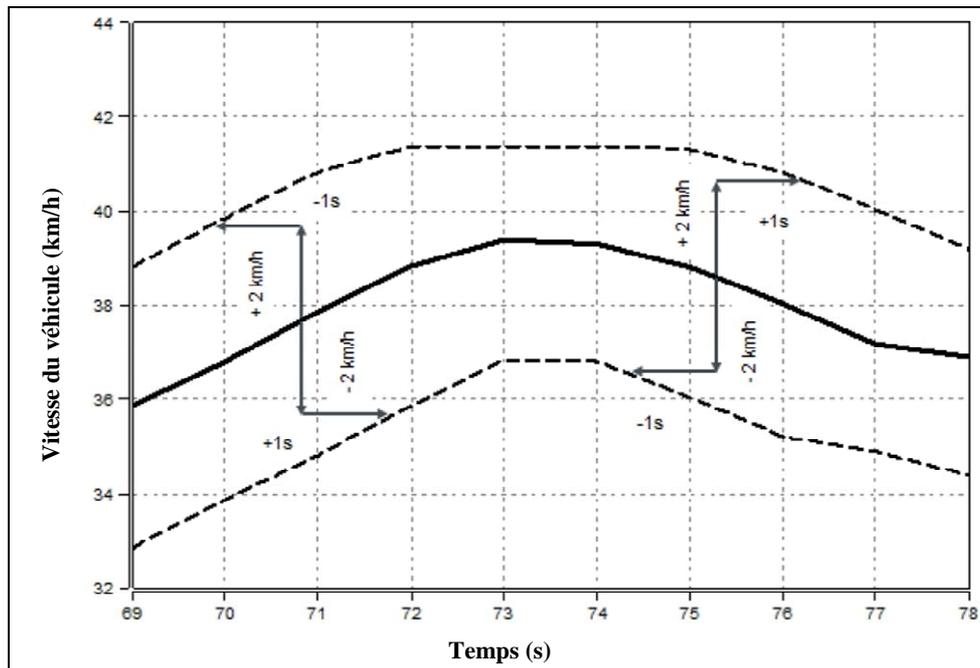
1.2.6.5.2 Transmission semi-automatique

Les véhicules équipés d'une transmission semi-automatique doivent être essayés sur les rapports normalement utilisés pour la conduite, les changements de rapports étant effectués conformément aux instructions du constructeur.

Les points de changement de rapports sont ceux indiqués dans l'annexe 2.

- 1.2.6.5.2.1 Les tolérances spécifiées au paragraphe 1.2.6.6 ci-après sont applicables.
- 1.2.6.5.3 Transmission automatique
- Les véhicules équipés d'une transmission automatique doivent être essayés sur le mode de conduite prédominant. La commande d'accélération doit être utilisée de façon à suivre fidèlement la courbe de vitesse.
- Les tolérances spécifiées au paragraphe 1.2.6.6 ci-après sont applicables.
- Après avoir été actionné initialement, le levier de sélection ne doit être actionné à aucun moment au cours de l'essai.
- 1.2.6.5.4 Utilisation d'une transmission multimode
- 1.2.6.5.4.1 Dans le contexte de la mesure des émissions, les normes d'émissions doivent être respectées sur tous les modes.
- 1.2.6.5.4.2 Dans le contexte de la mesure des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant, le véhicule doit être essayé sur le mode par défaut.
- S'il n'existe pas de mode par défaut pour le véhicule, celui-ci doit être essayé sur le mode le plus favorable et sur le mode le plus défavorable, et les résultats de la mesure des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant doivent être obtenus par calcul de la moyenne des deux modes.
- Les véhicules dotés d'une transmission automatique comportant un mode manuel doivent être essayés conformément aux dispositions du paragraphe 1.2.6.5.3 de la présente annexe.
- 1.2.6.6 Tolérances par rapport à la courbe de vitesse
- Les tolérances suivantes sont admises entre la vitesse indiquée et la vitesse théorique durant le cycle d'essai WLTC visé:
- a) Limite supérieure: 2,0 km/h au-dessus de la courbe à  $\pm 1,0$  s de l'instant donné;
  - b) Limite inférieure: 2,0 km/h au-dessous de la courbe à  $\pm 1,0$  s de l'instant donné.
- Les écarts de vitesse supérieurs aux valeurs prescrites sont admis à condition que leur durée ne dépasse pas 0,5 s chaque fois.
- Le nombre d'écarts de vitesse par essai ne doit pas dépasser [10].

Figure A6/2  
Tolérances par rapport à la courbe de vitesse



#### 1.2.6.7 Accélération

Le véhicule doit être conduit par manœuvre de l'accélérateur de manière à suivre fidèlement la courbe de vitesse.

Il doit être conduit avec souplesse, conformément à des vitesses et modes de changement de rapports représentatifs.

Dans le cas d'une transmission manuelle, l'accélérateur doit être relâché à chaque changement de rapports et ce dernier doit s'effectuer en un minimum de temps.

Si le véhicule ne peut pas suivre la courbe de vitesse, il doit être conduit à sa puissance maximale disponible jusqu'à ce qu'il atteigne la valeur prescrite pour l'instant visé sur la courbe.

#### 1.2.6.8 Décélération

1.2.6.8.1 Durant les phases de décélération du cycle, le conducteur doit relâcher l'accélérateur mais ne doit pas débrayer jusqu'au point décrit au paragraphe 4 c) de l'annexe 2.

1.2.6.8.1.1 Si le véhicule ralentit plus rapidement que prescrit selon la courbe de vitesse, l'accélérateur doit être actionné de manière à suivre fidèlement cette dernière.

1.2.6.8.1.2 Si le véhicule ne ralentit pas assez rapidement pour suivre la courbe de décélération prévue, il convient d'actionner les freins de manière à suivre fidèlement la courbe de vitesse.

#### 1.2.6.9 Arrêt imprévu du moteur

1.2.6.9.1 Si le moteur s'arrête de façon imprévue, le préconditionnement ou l'essai est déclaré nul.

- 1.2.6.10 Lorsque le cycle est terminé, le moteur est arrêté.
- 1.2.7 Stabilisation à chaud
- 1.2.7.1 À la suite du préconditionnement et avant les essais, le véhicule doit être maintenu en un lieu où les conditions ambiantes correspondent à celles décrites au paragraphe 1.2.2.2.2.
- 1.2.7.2 Le véhicule doit être stabilisé à chaud durant 6 h au moins et 36 h au plus, le capot étant ouvert ou fermé, jusqu'à ce que la température de l'huile moteur et la température du liquide de refroidissement (éventuellement) soient à  $\pm 2$  K de la température de consigne. Sauf si ce cas est exclu par des prescriptions spécifiques s'appliquant au véhicule visé, le refroidissement peut être forcé jusqu'à la température de consigne. Si le refroidissement est accéléré au moyen de ventilateurs, ceux-ci doivent être placés de sorte que le refroidissement maximal du groupe motopropulseur, du moteur et du système de traitement aval des gaz d'échappement soit réparti de manière égale.
- 1.2.8 Essai de mesure des émissions (essai de type 1)
- 1.2.8.1 La température de la chambre d'essai au début de l'essai, mesurée à une fréquence de 1 Hz, doit être de  $296 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$ .
- 1.2.8.2 Le véhicule d'essai doit être poussé pour le placer sur un banc à rouleaux.
- 1.2.8.2.1 Les roues motrices du véhicule doivent être positionnées sur le banc sans que le moteur soit démarré.
- 1.2.8.2.2 La pression des pneumatiques des roues motrices doit être réglée conformément aux dispositions du paragraphe 1.2.6.3.4 ci-dessus.
- 1.2.8.2.3 Le capot doit être fermé.
- 1.2.8.2.4 Un tuyau de raccordement doit être rattaché à la ou aux sortie(s) d'échappement du véhicule immédiatement avant le démarrage du moteur.
- 1.2.8.3 Démarrage du moteur et conduite du véhicule
- 1.2.8.3.1 Le moteur doit être démarré à l'aide des dispositifs prévus à cet effet et conformément aux instructions du constructeur.
- 1.2.8.3.2 L'essai doit être exécuté comme indiqué à la section 1.2.6.4 de la présente annexe, jusqu'au paragraphe 1.2.6.10 inclus, selon le cycle WLTC applicable, comme spécifié dans l'annexe 1.
- 1.2.8.6 Les données BCS doivent être enregistrées pour chaque phase, comme indiqué dans l'appendice 2 de la présente annexe.
- 1.2.9 Prélèvement des gaz
- Des échantillons de gaz doivent être collectés dans des sacs puis analysés à la fin de l'essai. Les échantillons peuvent également être analysés en continu et les valeurs intégrées sur tout le cycle.
- 1.2.9.1 Les opérations décrites dans les paragraphes qui suivent doivent être effectuées avant chaque essai.
- 1.2.9.1.1 Après avoir été purgés, les sacs de collecte doivent être rattachés aux dispositifs de prélèvement des gaz d'échappement dilués et de l'air de dilution.
- 1.2.9.1.2 Les appareils de mesure doivent être mis en marche conformément aux instructions du fabricant.

- 1.2.9.1.3 L'échangeur de chaleur CVS (s'il est installé) doit être préchauffé ou prérefroidi pour le ramener dans les limites de tolérance de température d'essai spécifiées au paragraphe 3.3.5.1 de l'annexe 5.
- 1.2.9.1.4 Les éléments tels que les conduites de prélèvement, les filtres, les refroidisseurs et les pompes doivent être chauffés ou refroidis pour les ramener à des températures de fonctionnement stabilisées.
- 1.2.9.1.5 Les débits CVS doivent être réglés conformément aux dispositions de la section 3.3.4 de l'annexe 5. Les débits de prélèvement doivent être réglés aux niveaux appropriés.
- 1.2.9.1.6 Tous les dispositifs électroniques d'intégration doivent être mis à zéro et peuvent être remis à zéro avant le début d'une phase quelconque du cycle.
- 1.2.9.1.7 Pour tous les analyseurs de gaz en continu, il convient de sélectionner les gammes appropriées. Il est admis de changer de gamme lors d'un essai uniquement si le changement s'effectue avec modification de la plage à laquelle s'applique la résolution numérique de l'appareil. Les gains des amplificateurs opérationnels analogiques d'un analyseur ne peuvent être modifiés au cours d'un essai.
- 1.2.9.1.8 Tous les analyseurs de gaz en continu doivent être mis à zéro et étalonnés à l'aide de gaz répondant aux prescriptions de la section 6 de l'annexe 5.
- 1.2.10 Prélèvement de mesure de la masse de particules
- 1.2.10.1 Les opérations ci-après doivent être effectuées avant chaque essai.
- 1.2.10.1.1 Sélection des filtres
- 1.2.10.1.1.1 Un filtre à particules unique, sans filtre secondaire, doit être employé pour tout le cycle d'essai applicable. Afin de prendre en compte les variations régionales du cycle, il est possible d'utiliser un filtre unique pour les trois premières phases et un filtre distinct pour la quatrième phase.
- 1.2.10.1.2 Préparation du filtre
- 1.2.10.1.2.1 Une heure au moins avant l'essai, le filtre doit être déposé dans une boîte de Pétri protégée contre la contamination par les poussières mais permettant l'échange d'air, et placé dans une chambre de pesée pour une période de stabilisation.
- À la fin de cette période, le filtre doit être pesé et sa tare enregistrée. Le filtre doit ensuite être stocké dans une boîte de Pétri fermée ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Le filtre doit être utilisé dans les 8 h suivant son retrait de la chambre de pesée.
- Il doit être ramené dans la chambre de stabilisation dans l'heure suivant l'essai et doit être conditionné durant 1 h au moins avant d'être pesé.
- 1.2.10.1.2.2 Le filtre de collecte des particules doit être placé précautionneusement dans le porte-filtre. Il doit être manipulé avec des pinces uniquement. Toute manipulation brutale engendrera des erreurs sur le poids. En attendant la mesure, le porte-filtre doit être placé dans une conduite de prélèvement dans laquelle il n'y a aucune circulation d'air.
- 1.2.10.1.2.3 Il est recommandé de vérifier la microbalance au début de chaque session de pesage, dans les 24 h de la pesée de l'échantillon, au moyen d'un poids de référence de 100 mg environ. Après avoir pesé ce poids trois fois de suite, on consigne la valeur moyenne. Si cette valeur moyenne est à  $\pm 5 \mu\text{g}$  près la même que celle obtenue lors de la précédente session de pesage, la session de pesage et la balance sont considérées comme valides.

- 1.2.11 Prélèvement de mesure du nombre de particules
  - 1.2.11.1 Les opérations ci-après doivent être effectuées avant chaque essai.
    - 1.2.11.1.1 Le système de dilution et l'appareillage de mesure des particules doivent être mis en marche et préparés en vue de la collecte.
    - 1.2.11.1.2 Le bon fonctionnement du compteur de particules et des éléments d'extraction des particules volatiles du dispositif de collecte des particules doit être confirmé par application des procédures décrites ci-après.
      - 1.2.11.1.2.1 Un essai d'étanchéité, effectué au moyen d'un filtre suffisamment efficace placé à l'entrée du système de mesure du nombre de particules (comprenant les éléments d'extraction des particules volatiles et le compteur de particules), doit donner une concentration mesurée inférieure à 0,5 particules  $\text{cm}^{-3}$ .
      - 1.2.11.1.2.2 Chaque jour, un contrôle de zéro du compteur de particules, effectué au moyen d'un filtre suffisamment efficace placé à l'entrée du compteur, doit donner une concentration inférieure ou égale à 0,2 particules  $\text{cm}^{-3}$ . Ce filtre une fois déposé, le compteur, lorsqu'il mesure de l'air ambiant, doit indiquer une concentration d'au moins 100 particules  $\text{cm}^{-3}$ . Lorsqu'on remet le filtre en place, la concentration doit de nouveau être inférieure ou égale à 0,2 particules  $\text{cm}^{-3}$ .
      - 1.2.11.1.2.3 Il doit être confirmé que le système de mesure indique que le tube d'évaporation, s'il fait partie de l'appareillage, a atteint sa température correcte de fonctionnement.
      - 1.2.11.1.2.4 Il doit être confirmé que le système de mesure indique que le dilueur  $\text{PND}_1$  a atteint sa température correcte de fonctionnement.
  - 1.2.12 Prélèvement d'échantillons au cours de l'essai
    - 1.2.12.1 Le système de dilution, les pompes de prélèvement et le système de collecte de données doivent être démarrés.
    - 1.2.12.2 Les appareils de prélèvement pour la mesure de la masse et du nombre de particules doivent être mis en marche.
    - 1.2.12.3 Le nombre de particules doit être mesuré en continu. Les concentrations moyennes sont déterminées par intégration des signaux de l'analyseur au cours de chaque phase.
    - 1.2.12.4 Le prélèvement commence avant ou au début de l'opération de démarrage du moteur et se termine à la fin du cycle.
    - 1.2.12.5 Changement des sacs de collecte
      - 1.2.12.5.1 Émissions de gaz
        - 1.2.12.5.1.1 Lors du prélèvement des gaz d'échappement dilués et de l'air de dilution, une paire de sacs de collecte peut être remplacée par une autre paire de sacs, si nécessaire, à la fin de chaque phase du cycle d'essai applicable.
      - 1.2.12.5.2 Matières particulaires
        - 1.2.12.5.2.1 Un filtre à particules unique, sans filtre secondaire, doit être employé pour tout le cycle d'essai applicable. Afin de prendre en compte les variations régionales du cycle, il est possible d'utiliser un filtre unique pour les trois premières phases et un filtre distinct pour la quatrième phase.
      - 1.2.12.5.3 Le nombre de particules doit être mesuré en continu durant chaque phase.

- 1.2.12.6 La distance parcourue sur le banc à rouleaux doit être enregistrée pour chaque phase.
- 1.2.13 Achèvement de l'essai
- 1.2.13.1 Le moteur doit être arrêté immédiatement après la fin de la dernière partie de l'essai.
- 1.2.13.2 Le dispositif de prélèvement à volume constant (CVS) ou tout autre dispositif de prélèvement doit être mis à l'arrêt, ou le tuyau de raccordement du ou des tuyaux d'échappement du véhicule doit être désaccouplé.
- 1.2.13.3 Le véhicule peut être enlevé du banc à rouleaux.
- 1.2.14 Procédures après essai
- 1.2.14.1 Vérification de l'analyseur de gaz
- 1.2.14.1.1 Les valeurs de mesure pour le gaz de zéro et le gaz d'étalonnage indiquées par les analyseurs utilisés pour les mesures en continu des éléments dilués doivent être vérifiées. Ce contrôle est considéré comme satisfaisant si l'écart entre les résultats avant essai et après essai est de moins de 2 % de la valeur d'étalonnage.
- 1.2.14.2 Analyse des sacs
- 1.2.14.2.1 Les gaz d'échappement et l'air de dilution contenus dans les sacs doivent être analysés dès que possible et en tout cas dans un délai maximal de 30 min après la fin de la phase du cycle d'essai.
- Il convient de tenir compte du délai de réactivité pour les polluants contenus dans les sacs.
- 1.2.14.2.2 Avant chaque analyse d'échantillon, il faut exécuter la mise à zéro de l'analyseur sur la gamme à utiliser pour chaque polluant avec le gaz de zéro qui convient.
- 1.2.14.2.3 Les courbes de calibrage des analyseurs doivent être établies au moyen de gaz de calibrage ayant des concentrations nominales comprises entre 70 et 100 % de la pleine échelle pour la gamme considérée.
- 1.2.14.2.4 Le zéro de l'analyseur doit ensuite être contrôlé de nouveau. Si la valeur lue s'écarte de plus de 2 % de la pleine échelle de la valeur obtenue lors du réglage prescrit au paragraphe 1.2.14.2.2 ci-dessus, l'opération doit être répétée pour l'analyseur concerné.
- 1.2.14.2.5 Les échantillons peuvent ensuite être analysés.
- 1.2.14.2.6 Après l'analyse, le zéro et les valeurs de réglage d'échelle doivent être contrôlés une nouvelle fois en utilisant les mêmes gaz. Si les nouvelles valeurs ne s'écartent pas de plus de 2 % de celles obtenues lors du réglage prescrit au paragraphe 1.2.14.2.2 ci-dessus, les résultats de l'analyse sont considérés comme valables.
- 1.2.14.2.7 Pour toutes les opérations décrites dans la présente section (1.2.14.2), les débits et pressions des divers gaz qui passent par les analyseurs doivent être les mêmes que lors de l'étalonnage des analyseurs.
- 1.2.14.2.8 La valeur retenue pour la concentration de chacun des polluants mesurés dans les gaz doit être celle lue après stabilisation de l'appareil de mesure.

- 1.2.14.2.9 La masse et le nombre de tous les polluants doivent s'il y a lieu être calculés conformément aux dispositions de l'annexe 7.
- 1.2.14.3 Pesage du filtre à particules
- 1.2.14.3.1 Le filtre à particules doit être remplacé dans la chambre de pesée au plus tard 1 h après la fin de l'essai. Il doit être conditionné dans une boîte de Pétri, protégée contre la contamination par les poussières mais permettant l'échange d'air, pendant au moins [1 h] et doit ensuite être pesé. Le poids brut du filtre doit être enregistré.
- 1.2.14.3.2 Au moins deux filtres de référence inutilisés doivent être pesés, de préférence en même temps que le filtre de collecte, mais en tout cas dans un délai maximal de 8 h. Les filtres de référence doivent être de la même dimension et du même matériau que le filtre de prélèvement.
- 1.2.14.3.3 Si le poids individuel d'un filtre de référence varie de plus de  $\pm 5 \mu\text{g}$  entre les pesages du filtre de collecte, le filtre de collecte et les filtres de référence doivent alors être conditionnés à nouveau dans la chambre de pesée puis pesés une nouvelle fois.
- 1.2.14.3.4 Pour comparer les pesées d'un filtre de référence, on compare les poids individuels de ce filtre et la moyenne mobile de ces poids. La moyenne mobile doit être calculée à partir des poids individuels mesurés pendant la période qui a débuté au moment où les filtres de référence ont été placés dans la chambre de pesée. Cette période ne doit être ni inférieure à un jour ni supérieure à 15 jours.
- 1.2.14.3.5 Le conditionnement et le pesage des filtres de collecte et de référence peuvent être répétés pendant les 80 h qui suivent la mesure des gaz lors de l'essai de mesure des émissions. Si, avant l'expiration ou à l'expiration de ce délai de 80 h, plus de la moitié du nombre de filtres de référence satisfont au critère de  $\pm 5 \mu\text{g}$ , la pesée du filtre de prélèvement peut être considérée comme valide. Si, à l'expiration du délai de 80 h, deux filtres de référence sont employés et si un filtre ne remplit pas le critère de  $\pm 5 \mu\text{g}$ , la pesée du filtre de prélèvement peut être considérée comme valide à condition que la somme des différences absolues entre les moyennes spécifiques et les moyennes mobiles des deux filtres de référence soit inférieure ou égale à  $10 \mu\text{g}$ .
- 1.2.14.3.6 Si moins de la moitié des filtres de référence satisfont au critère de  $\pm 5 \mu\text{g}$ , le filtre de collecte doit être éliminé et l'essai de mesure des émissions doit être répété. En outre, tous les filtres de référence doivent être éliminés et remplacés dans les 48 h. Dans tous les autres cas, les filtres de référence doivent être remplacés au moins tous les 30 jours et de telle manière qu'aucun filtre de collecte ne soit pesé sans être comparé à un filtre de référence présent dans la chambre de pesée depuis au moins un jour.
- 1.2.14.3.7 Si les critères de stabilité des conditions dans la chambre de pesée énoncés au paragraphe 4.2.2.1 de l'annexe 5 ne sont pas respectés, mais si les pesées des filtres de référence satisfont aux critères ci-dessus, le constructeur du véhicule peut soit accepter la pesée du filtre de collecte, soit déclarer l'essai nul, faire réparer le système de conditionnement de la chambre de pesée et procéder à un nouvel essai.

## Annexe 6 – Appendice 1

### Méthode d'essai pour le contrôle des émissions d'un véhicule équipé d'un système à régénération périodique

1. Généralités
  - 1.1 On trouvera dans le présent appendice les prescriptions qui s'appliquent aux essais des véhicules équipés d'un système à régénération périodique.
  - 1.2 Au cours des cycles où se produit une régénération, les limites d'émissions de polluants peuvent être dépassées. Si une régénération du système antipollution se produit au moins une fois pendant le cycle d'essai de type 1 et s'il s'en est déjà produit une au moins pendant le cycle de préparation du véhicule, le système est considéré comme système à régénération continue et n'est pas soumis à une procédure d'essai spéciale. Les systèmes à régénération continue ne sont pas visés par l'appendice 1 de l'annexe 6.
  - 1.3 Si le constructeur en fait la demande, et sous réserve de l'accord de l'autorité technique responsable, la procédure d'essai applicable aux systèmes à régénération périodique ne s'applique pas à un système de régénération lorsque le constructeur soumet des données prouvant qu'au cours des cycles où se produit une régénération, les émissions demeurent inférieures aux valeurs limites appliquées par la Partie contractante pour la catégorie de véhicules visée.
  - 1.4 Si la Partie contractante le souhaite, la phase Extra High<sub>2</sub> peut être exclue pour les véhicules de la classe 2.
  - 1.5 Si la Partie contractante le souhaite, la phase Extra High<sub>3</sub> peut être exclue pour les véhicules de la classe 3.
2. Mode opératoire

Le véhicule d'essai doit pouvoir empêcher ou permettre le processus de régénération, à condition que cette opération n'ait aucune incidence sur les réglages d'origine du moteur. Le blocage de la régénération ne doit être autorisé que pendant la phase d'encrassement du dispositif d'épuration et pendant les cycles de préconditionnement. Il ne doit pas être autorisé pendant la mesure des émissions au cours de l'épisode de régénération. L'essai de mesure des émissions doit être exécuté avec le module de commande d'origine non modifié.

  - 2.1 Mesure des émissions d'échappement entre deux cycles où se produit une régénération
    - 2.1.1 Les émissions moyennes entre épisodes de régénération et pendant la phase d'encrassement du dispositif d'épuration sont déterminées d'après la moyenne arithmétique de plusieurs cycles d'essai WLTC ou équivalents au banc-moteur effectués à intervalles sensiblement réguliers (s'il y en a plus de deux). Alternativement, le constructeur peut fournir des données prouvant que les émissions demeurent constantes ( $\pm 15\%$ ) entre les épisodes de régénération. Dans ce cas, les émissions mesurées lors de l'essai de type 1 peuvent être utilisées. Dans tout autre cas, on doit effectuer des mesures des émissions pendant au moins deux cycles d'essai de type 1 ou cycles d'essai

équivalents au banc-moteur, l'une immédiatement après régénération (avant une nouvelle phase d'encrassement) et l'autre juste avant un épisode de régénération. Toutes les mesures des émissions doivent se faire conformément aux prescriptions de la présente annexe et tous les calculs doivent se faire conformément aux prescriptions de l'annexe 7.

- 2.1.2 L'opération d'encrassement et la détermination du coefficient  $K_i$  doivent s'effectuer au cours d'un cycle d'essai de type 1 sur banc à rouleaux ou d'un cycle d'essai équivalent sur banc d'essai de moteur. Ces cycles peuvent être exécutés en séquence continue (c'est-à-dire sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le moteur entre les cycles). Après un nombre quelconque de cycles complets, le véhicule peut être enlevé du banc à rouleaux, et l'essai peut être repris ultérieurement.
- 2.1.3 Le nombre de cycles (D) entre deux cycles où se produit une régénération, le nombre des cycles sur lesquels les émissions sont mesurées (n) et chaque mesure d'émissions ( $M'_{sij}$ ) doivent être consignés.
- 2.2 Mesure des émissions pendant un épisode de régénération
- 2.2.1 La préparation du véhicule, si nécessaire, en vue de l'essai de mesure des émissions pendant un épisode de régénération peut être effectuée au moyen des cycles de préconditionnement décrits à la section 1.2.6 de la présente annexe ou de cycles d'essai équivalents au banc-moteur, selon la méthode choisie pour la phase d'encrassement conformément au paragraphe 2.1.2 ci-dessus.
- 2.2.2 Les conditions relatives à l'essai et au véhicule énoncées à l'annexe 6 pour l'essai de type 1 sont applicables avant que le premier essai valide de mesure des émissions soit exécuté.
- 2.2.3 Il ne doit pas se produire de régénération pendant la préparation du véhicule. Pour s'en assurer, on a recours à l'une des méthodes suivantes:
- 2.2.3.1 Un système de régénération «factice» ou partiel peut être installé pour les cycles de préconditionnement.
- 2.2.3.2 Une autre méthode peut être choisie d'entente entre le constructeur et l'autorité responsable.
- 2.2.4 Un essai de mesure des émissions d'échappement avec démarrage à froid, incluant un épisode de régénération, doit être exécuté conformément au cycle d'essai WLTC applicable ou à un cycle d'essai équivalent au banc-moteur. Si les essais de mesure des émissions entre deux cycles où se produit un épisode de régénération sont exécutés sur banc-moteur, l'essai de mesure des émissions incluant un épisode de régénération doit aussi être effectué sur banc-moteur.
- 2.2.5 Si l'épisode de régénération occupe plus d'un cycle d'essai, un ou plusieurs nouveaux cycles d'essai complets doivent être immédiatement exécutés, sans arrêt du moteur, jusqu'à ce que l'épisode complet de régénération soit terminé (des cycles complets doivent être effectués). Le délai entre deux cycles d'essai, pour changement du filtre à matières particulaires par exemple, doit être aussi court que possible. Le moteur doit être arrêté pendant cette période. Il est permis d'utiliser un même filtre à matières particulaires pour les cycles multiples requis afin d'achever la régénération.

2.2.6 Les valeurs d'émissions au cours d'un épisode de régénération ( $M_{ri}$ ) doivent être calculées conformément aux dispositions de l'annexe 7. Le nombre de cycles d'essai ( $d$ ) mesurés pour une régénération complète doit être consigné.

3. Calculs

3.1 Calcul des émissions d'échappement combinées d'un système à régénération simple

$$M_{si} = \sum_{j=1}^n M'_{sij} \text{ pour } n \geq 2 \quad (1)$$

$$M_{ri} = \frac{\sum_{j=1}^d M'_{rij}}{d} \quad (2)$$

$$M_{pi} = \left\{ \frac{M_{si} \times D + M_{ri} \times d}{D + d} \right\} \quad (3)$$

Où, pour chaque polluant  $i$  considéré:

$M'_{sij}$  représente les émissions massiques de polluant  $i$ , en g/km, sur un cycle d'essai de type 1 (ou un cycle d'essai équivalent au banc-moteur), sans régénération;

$M'_{rij}$  représente les émissions massiques de polluant  $i$ , en g/km, sur un cycle d'essai de type 1 (ou un cycle d'essai équivalent au banc-moteur) au cours de la régénération (si  $d > 1$ , le premier essai WLTC est effectué à froid et les cycles suivants à chaud);

$M_{si}$  représente les émissions massiques moyennes de polluant  $i$ , en g/km, sans régénération;

$M_{ri}$  représente les émissions massiques moyennes de polluant  $i$ , en g/km, pendant la régénération;

$M_{pi}$  représente les émissions massiques moyennes de polluant  $i$ , en g/km;

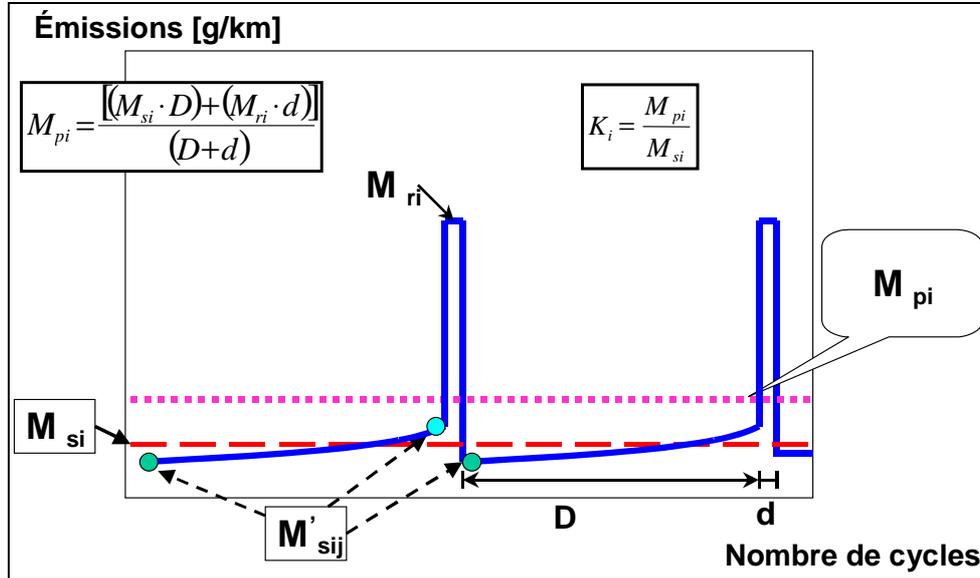
$n$  est le nombre de points où des mesures des émissions (cycle d'essai WLTC ou cycle d'essai équivalent au banc-moteur) sont effectuées entre deux cycles où se produit une régénération,  $\geq 2$ ;

$d$  est le nombre de cycles d'essai occupés par la régénération;

$D$  est le nombre de cycles d'essai entre deux cycles où se produit une régénération.

Figure A6.App1/1

Paramètres mesurés lors des essais d'émissions pendant et entre les cycles où se produit une régénération (il s'agit d'un exemple: les émissions pendant la période D peuvent en fait augmenter ou diminuer)



3.1.1 Calcul du coefficient de régénération  $K$  pour chaque polluant  $i$  considéré

Le constructeur peut choisir de déterminer indépendamment pour chaque polluant des facteurs additifs ou multiplicatifs.

Facteur  $K_i$ :  $K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$

Facteur  $K_i$ :  $K_i = M_{pi} - M_{si}$

Les résultats en ce qui concerne  $M_{si}$ ,  $M_{pi}$  et  $K_i$ , ainsi que le choix du constructeur pour le type de facteur, doivent être consignés.

$K_i$  peut être déterminé après exécution d'une seule séquence.

3.2 Calcul des émissions d'échappement combinées de systèmes à régénération périodique multiples

$$M_{sik} = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} M'_{sik,j}}{n_k} \text{ pour } n_j \geq 2 \tag{4}$$

$$M_{rik} = \frac{\sum_{j=1}^{d_k} M'_{rik,j}}{d_k} \tag{5}$$

$$M_{si} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{sik} \times D_k}{\sum_{k=1}^x D_k} \tag{6}$$

$$M_{ri} = \frac{\sum_{k=1}^x M_{rik} \times d_k}{\sum_{k=1}^x d_k} \tag{7}$$

$$M_{pi} = \frac{M_{si} \times \sum_{k=1}^x D_k + M_{ri} \times \sum_{k=1}^x d_k}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)} \quad (8)$$

$$M_{pi} = \frac{\sum_{k=1}^x (M_{sik} \times D_k + M_{rik} \times d_k)}{\sum_{k=1}^x (D_k + d_k)} \quad (9)$$

Facteur  $K_i$ :  $K_i = \frac{M_{pi}}{M_{si}}$ ;

Facteur  $K_i$ :  $K_i = M_{pi} - M_{si}$ ;

Où:

$M_{si}$  représente les émissions massiques moyennes, pendant tous les épisodes de régénération k, de polluant i, en g/km, sans régénération;

$M_{ri}$  représente les émissions massiques moyennes, pendant tous les épisodes de régénération k, de polluant i, en g/km, au cours de la régénération;

$M_{pi}$  représente les émissions massiques moyennes, pendant tous les épisodes de régénération k, de polluant i, en g/km;

$M_{sik}$  représente les émissions massiques moyennes, pendant l'épisode de régénération k, de polluant i, en g/km, sans régénération;

$M_{rik}$  représente les émissions massiques moyennes, pendant l'épisode de régénération k, de polluant i, en g/km, au cours de la régénération;

$M'_{sik,j}$  représente les émissions massiques, pendant l'épisode de régénération k, de polluant i, en g/km, pendant un cycle d'essai de type 1 (ou un cycle d'essai équivalent au banc-moteur) sans régénération, mesurées au point j;  $1 \leq j \leq n_k$ , g/km;

$M'_{rik,j}$  représente les émissions massiques, pendant l'épisode de régénération k, de polluant i, en g/km, pendant un cycle d'essai de type 1 (ou un cycle d'essai équivalent au banc-moteur), pendant la régénération (lorsque  $j > 1$ , le premier essai de type 1 se fait à froid et les cycles suivants à chaud), mesurées au point j;  $1 \leq j \leq d_k$ ;

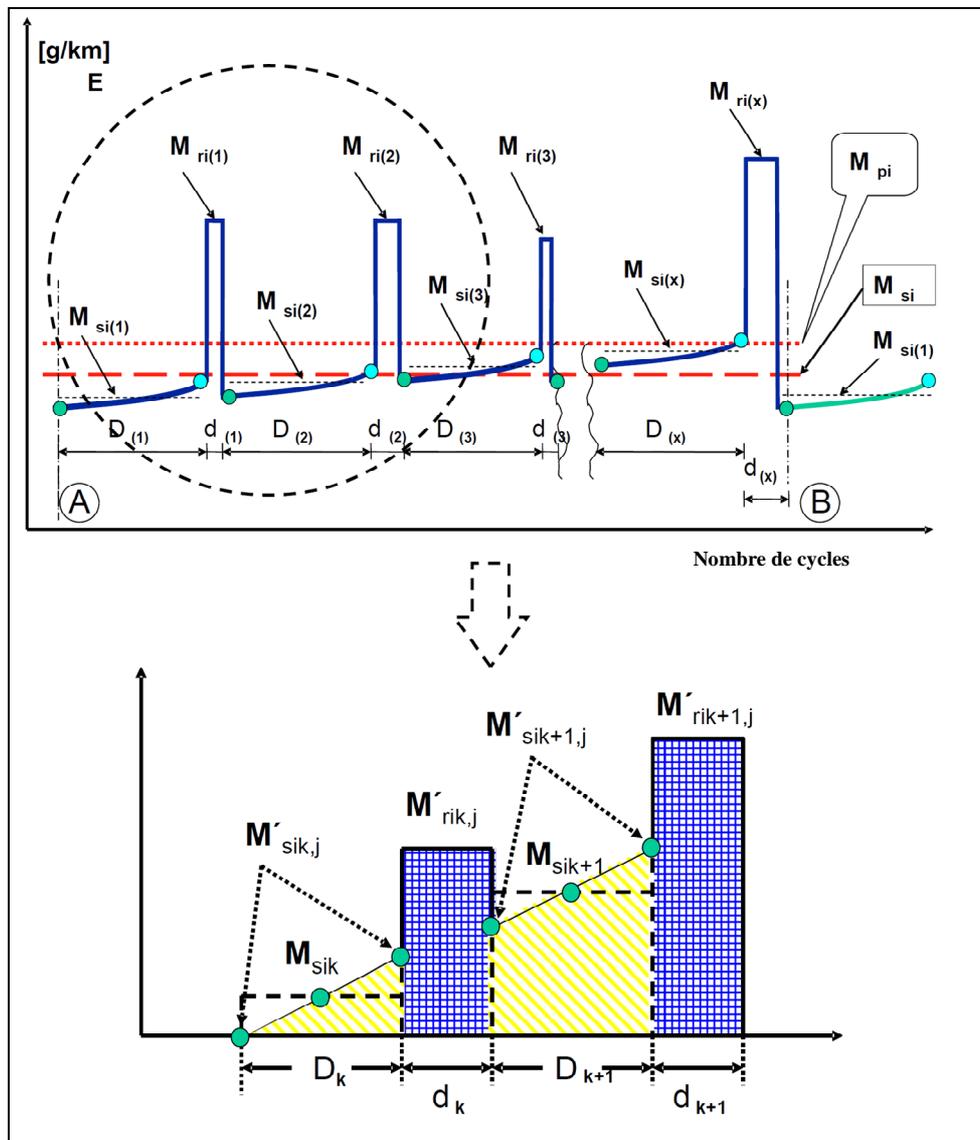
$n_k$  est le nombre de points, pendant l'épisode de régénération k, où sont faites les mesures d'émissions (cycle d'essai de type 1 ou cycle d'essai équivalent au banc-moteur) entre deux cycles pendant lesquels se produisent des épisodes de régénération,  $\geq 2$ ;

$d_k$  est le nombre de cycles d'essai, pendant l'épisode de régénération k, occupés par la régénération;

$D_k$  est le nombre de cycles d'essai, pendant l'épisode de régénération k, entre deux cycles où se produisent des épisodes de régénération;

x est le numéro de phase.

Figure A6.App1/2  
**Paramètres mesurés lors des essais d'émissions pendant et entre les cycles où se produit une régénération (il ne s'agit que d'un exemple)**



Ci-dessous un exemple de système comportant un filtre à particules (DPF) et un adsorbeur d'oxydes d'azote (DeNO<sub>x</sub>).

DPF: régénération à intervalles réguliers et émissions équivalentes (±15 %) entre les épisodes de régénération

$$D_k = D_{k+1} = D_1$$

$$d_k = d_{k+1} = d_1$$

$$M_{rik} - M_{sik} = M_{rik-1} - M_{sik+1}$$

$$n_k = n$$

DeNO<sub>x</sub>: la désulfuration (extraction du SO<sub>2</sub>) commence avant que l'incidence du soufre sur les émissions soit décelable ( $\pm 15\%$  des émissions mesurées).

$$M'_{sik,j=1} = \text{constant}$$

$$M_{sik} = M_{sik+1} = M_{si2}$$

$$M_{rik} = M_{rik+1} = M_{ri2}$$

Pour l'extraction du SO<sub>2</sub>:

$$M_{ri2}, M_{si2}, d_2, D_2, n_2 = 1.$$

Système complet (DPF + DeNO<sub>x</sub>):

$$M_{si} = \frac{n \times M_{si1} \times D_1 + M_{si2} \times D_2}{n \times D_1 + D_2};$$

$$M_{ri} = \frac{n \times M_{ri1} \times d_1 + M_{ri2} \times d_2}{n \times d_1 + d_2};$$

$$M_{pi} = \frac{M_{si} + M_{ri}}{n \times (D_1 + d_1) + D_2 + d_2} = \frac{n \times (M_{si1} \times D_1 + M_{ri1} \times d_1) + M_{si2} \times D_2 + M_{ri2} \times d_2}{n \times (D_1 + d_1) + D_2 + d_2}.$$

Le calcul du facteur  $K_i$  pour les systèmes à régénération périodique multiple n'est possible qu'après un certain nombre d'épisodes de régénération pour chaque dispositif.

À l'issue de la procédure complète (A à B, voir fig. A6.App1/2), on devrait retrouver les conditions de départ A.

## [Annexe 6 – Appendice 2]

### [Procédure d'essai relative à la surveillance du système d'alimentation électrique]

#### [1. Généralités

On trouvera dans le présent appendice les dispositions relatives à la correction des résultats des essais de consommation de carburant (l/100 km) et d'émissions de CO<sub>2</sub> (g/km) en fonction du bilan énergétique  $\Delta E_{REESS}$  pour les accumulateurs du véhicule.

Les valeurs corrigées pour la consommation de carburant et les émissions de CO<sub>2</sub> sont censées correspondre à un bilan énergétique égal à zéro ( $\Delta E_{REESS} = 0$ ) et sont calculées en appliquant un coefficient de correction déterminé comme indiqué ci-après.

#### 2. Appareils et instruments de mesure

##### 2.1 Transducteur de courant

2.1.1 Lors des essais, le courant d'entrée et de sortie de la batterie doit être mesuré à l'aide d'un ampèremètre du type à pince ou en boucle fermée. Le transducteur de courant (c'est-à-dire le capteur d'intensité sans équipement d'acquisition de données) doit avoir une précision d'au moins 0,5 % de la valeur mesurée (en A) ou de 0,1 % de la valeur maximale de l'échelle.

2.1.2 Le transducteur de courant doit être placé sur l'un des conducteurs directement reliés à la batterie. Pour faciliter la mesure du courant d'entrée et de sortie de la batterie à l'aide d'un appareil de mesure extérieur, les constructeurs devraient de préférence monter d'origine sur le véhicule des points de raccordement appropriés, sûrs et accessibles. Si cela n'est pas faisable, le constructeur est tenu d'aider l'autorité d'homologation en fournissant les moyens de relier de la manière décrite ci-dessus un transducteur de courant aux conducteurs raccordés à la batterie.

2.1.3 La tension à la sortie du transducteur de courant doit être échantillonnée à une fréquence de 5 Hz au minimum. Le courant mesuré doit être intégré dans le temps, ce qui permet d'obtenir la valeur mesurée de Q, exprimée en ampères-heures (Ah).

##### 2.2 Données des calculateurs embarqués

2.2.1 Lors des essais, le courant de la batterie peut aussi être mesuré à partir des données des calculateurs embarqués. Pour appliquer cette méthode de mesure, il faut pouvoir obtenir les données suivantes à partir du véhicule d'essai:

- a) Bilan de charge intégré, en Ah, déterminé depuis la dernière mise en marche;
- b) Bilan de charge intégré calculé d'après les données des calculateurs embarqués, à une fréquence d'échantillonnage de 5 Hz au minimum;
- c) Bilan de charge déterminé au moyen d'un connecteur de diagnostic OBD (voir la norme SAE J1962).

2.2.2 L'exactitude des données sur la recharge et la décharge de la batterie obtenues au moyen des calculateurs embarqués doit être démontrée par le constructeur.

[Le constructeur peut créer une famille de véhicules dans le but de démontrer que les données sur la recharge et la décharge de la batterie obtenues au moyen des calculateurs embarqués sont correctes. Dans ce cas, l'exactitude des données doit être démontrée sur un véhicule représentatif.]

Les critères suivants doivent être remplis pour l'appartenance à une famille:

- a) Des processus de combustion identiques;
- b) Une même stratégie de charge et/ou de récupération (module électronique de gestion de la batterie);
- c) La disponibilité des données des calculateurs embarqués;
- d) Un bilan de charge identique mesuré par le module de gestion de la batterie;
- e) Une simulation identique du bilan de charge au moyen des calculateurs embarqués.]

3. Procédure de mesure

3.1 Charge externe de la batterie

La batterie doit être chargée complètement avant le cycle de préconditionnement. Conformément au paragraphe 1.2.6.2 de la présente annexe, elle ne doit pas être rechargée avant qu'il soit procédé officiellement aux essais.

3.2 La mesure du courant d'entrée et de sortie de la batterie doit commencer à l'instant même où l'essai débute et se terminer immédiatement après l'achèvement du cycle d'essai complet pour le véhicule.

3.3 Le bilan électrique,  $Q$ , mesuré dans le système d'alimentation électrique, est utilisé comme indicateur de la différence de contenu énergétique dans le SRSEE du véhicule à la fin du cycle par rapport au début. Il doit être déterminé pour le cycle d'essai WLTC complet pour la classe de véhicules visée.

3.4 Des valeurs distinctes  $Q_{\text{phase}}$  doivent être enregistrées aux phases successives du cycle à accomplir pour la classe de véhicules visée.

3.5 Les résultats d'essai  $CO_{2,CS}$  et  $FC_{CS}$  sont corrigés en fonction du bilan énergétique du SRSEE (BCS).

3.6 Les résultats d'essai doivent correspondre aux valeurs mesurées non corrigées de  $CO_{2,CS}$  et  $FC_{CS}$  lorsque l'un quelconque des cas suivants se présente:

- a) Le constructeur peut prouver qu'il n'existe aucune relation entre le bilan énergétique et la consommation de carburant;
- b) Le facteur  $\Delta E_{\text{REESS}}$  tel que calculé à partir du résultat d'essai correspond à un SRSEE en cours de charge;
- c) Le facteur  $\Delta E_{\text{REESS}}$  tel que calculé à partir du résultat d'essai correspond à un SRSEE en cours de décharge.  $\Delta E_{\text{REESS}}$ , exprimé en pourcentage de contenu énergétique du carburant consommé au cours du cycle, est calculé comme suit:

$$\Delta E_{\text{REESS}} = \frac{0,0036 \times RCB \times V_{\text{REESS}}}{E_{\text{Fuel}}} \times 100 ;$$

Où:

$\Delta E_{REESS}$  est la variation du contenu énergétique du SRSEE, en %;

$V_{REESS}$  est la tension nominale du SRSEE, en V;

RCB est le bilan de charge du SRSEE sur l'ensemble du cycle, en Ah;

$E_{Fuel}$  est le contenu énergétique du carburant consommé, en Wh.

$\Delta E_{REESS}$  est inférieur au critère de correction BCS selon l'équation ci-après et le tableau 1:

$$\Delta E_{REESS} \leq RCB \text{ correction criteria .}$$

Tableau A6.App2/1

**Critère de correction BCS**

Cycle	WLTC cycle urbain (Phase basse + Phase moyenne)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute + Phase extra haute)
Critère de correction BCS (%)	1,5	1	0,5

4 Méthode de correction

4.1 En vue d'appliquer la fonction de correction, il convient de calculer la puissance électrique fournie à la batterie à partir de l'intensité mesurée et de la tension nominale pour chaque phase de l'essai WLTC:

$$\Delta E_{el-phase(i)} = V_{REESS} \times \int_0^{t-end} I(t)_{phase(i)} \times dt ;$$

Où:

$\Delta E_{el-phase(i)}$  est la variation du contenu énergétique du SRSEE pour la phase i, en MJ;

$V_{REESS}$  est la tension nominale du SRSEE, en V;

$I(t)_{phase(i)}$  est l'intensité du courant électrique pour la phase i, en A;

t-end est le temps à la fin de la phase i, en secondes (s).

4.2 Aux fins de la correction des résultats des essais de consommation de carburant (l/100 km) et d'émissions de CO<sub>2</sub> (g/km) en fonction du bilan énergétique de la batterie du système d'alimentation électrique, il convient d'utiliser les facteurs Willans indiqués dans le tableau A6.App2/2 (par. 4.8 ci-après), qui dépendent du procédé de combustion particulier.

4.3 La différence résultante en ce qui concerne la consommation de carburant pour chaque phase WLTC, due à la charge pour le moteur résultant de la recharge de la batterie au moyen de l'alternateur, doit être calculée comme suit:

$$\Delta FC_{phase(i)} = \Delta E_{el-phase(i)} \times \frac{1}{\eta_{alternator}} \times factor_{Willans} ;$$

Où:

$\Delta FC_{\text{phase}(i)}$  est la différence résultante en ce qui concerne la consommation de carburant pour la phase  $i$ , en l;

$\Delta E_{\text{el-phase}(i)}$  est la variation du contenu énergétique du SRSEE pour la phase  $i$ , en MJ;

$\eta_{\text{alternator}}$  est le rendement de l'alternateur;

$\text{factor}_{\text{Willans}}$  est le facteur Willans correspondant au procédé de combustion particulier.

- 4.4 La différence résultante en ce qui concerne les émissions de  $\text{CO}_2$  du moteur pour chaque phase WLTC, due à la charge pour le moteur résultant de la recharge de la batterie au moyen de l'alternateur, doit être calculée comme suit:

$$\Delta \text{CO}_{2,\text{phase}(i)} = \Delta E_{\text{el-phase}(i)} \times \frac{1}{\eta_{\text{alternator}}} \times \text{factor}_{\text{Willans}} ;$$

Où:

$\Delta \text{CO}_{2,\text{phase}(i)}$  est la différence résultante en ce qui concerne les émissions de  $\text{CO}_2$  pour la phase  $i$ , en g;

$\Delta E_{\text{el-phase}(i)}$  est la variation du contenu énergétique du SRSEE pour la phase  $i$ , en MJ;

$\eta_{\text{alternator}}$  est le rendement de l'alternateur;

$\text{factor}_{\text{Willans}}$  est le facteur Willans correspondant au procédé de combustion particulier.

- 4.5 Aux fins des calculs ci-dessus, on utilise une valeur constante pour le rendement de l'alternateur du système d'alimentation électrique, à savoir:

$$\eta_{\text{alternator}} = 0,67 \text{ for electric power supply system battery alternators .}$$

- 4.6 La différence en termes de consommation de carburant du moteur pour l'essai WLTC correspond à la somme obtenue pour l'ensemble des phases  $i$ , comme suit:

$$\Delta FC_{\text{cycle}} = \sum_{i=1}^n \Delta FC_{\text{phase}(i)} ;$$

Où:

$\Delta FC_{\text{cycle}}$  est la différence en termes de consommation sur tout le cycle, en l.

- 4.7 La différence en termes d'émissions de  $\text{CO}_2$  du moteur pour l'essai WLTC correspond à la somme obtenue pour l'ensemble des phases  $i$ , comme suit:

$$\Delta \text{CO}_{2,\text{cycle}} = \sum_{i=1}^n \Delta \text{CO}_{2,\text{phase}(i)} ;$$

Où:

$\Delta \text{CO}_{2,\text{cycle}}$  est la différence en termes d'émissions de  $\text{CO}_2$  sur tout le cycle, en g.

- 4.8 Pour la correction des résultats des essais de consommation de carburant (l/100 km) et d'émissions de CO<sub>2</sub> (g/km), il convient d'utiliser les valeurs indiquées dans le tableau A6.App2/2.

Tableau A6.App2/2

**Correction des valeurs de consommation de carburant et d'émissions de CO<sub>2</sub>**

			<i>Auto-induction</i>	<i>Charge</i>
Allumage commandé	Essence (E0)	l/kWh	0,264	0,28
		gCO <sub>2</sub> /kWh	630	668
	Essence (E5)	l/kWh	0,268	0,284
		gCO <sub>2</sub> /kWh	628	666
	GNC (G20)	m <sup>3</sup> /kWh	0,259	0,275
		gCO <sub>2</sub> /kWh	465	493
	GPL	l/kWh	0,342	0,363
		gCO <sub>2</sub> /kWh	557	591
E85	l/kWh	0,367	0,389	
	gCO <sub>2</sub> /kWh	608	645	
Allumage par compression	Gazole (B0)	l/kWh	0,22	0,22
		gCO <sub>2</sub> /kWh	581	581
	Gazole (B5)	l/kWh	0,22	0,22
		gCO <sub>2</sub> /kWh	581	581

## Annexe 7

### Calculs

1. Calculs
  - 1.1 Prescriptions générales
    - 1.1.1 Le résultat final de l'essai doit être arrondi en une seule fois au nombre de décimales indiqué par la norme d'émissions applicable, plus un chiffre significatif.
      - 1.1.1.1 Le facteur de correction des NO<sub>x</sub>, KH, doit être arrondi à deux décimales.
      - 1.1.1.2 Le facteur de dilution, DF, doit être arrondi à deux décimales.
      - 1.1.1.3 Pour tout ce qui ne dépend pas d'une norme, on se fondera sur les pratiques techniques reconnues.
    - 1.1.2 Les calculs s'appliquant spécifiquement aux véhicules hybrides et aux véhicules électriques purs sont présentés à l'annexe 8.
    - 1.1.3 Les calculs présentés ci-après s'appliquent aux véhicules dotés d'un moteur à combustion.
  2. Détermination du volume des gaz d'échappement dilués
    - 2.1 Calcul du volume des gaz d'échappement dilués dans le cas d'un système à dilution variable pouvant fonctionner à un débit constant ou variable
      - 2.1.1 Les paramètres indiquant le débit volumique doivent être enregistrés en continu. Le volume total doit être enregistré sur toute la durée de l'essai.
    - 2.2 Calcul du volume dans le cas d'un système à dilution variable à pompe volumétrique
      - 2.2.1 Le volume doit être calculé comme suit:
 
$$V = V_0 \times N \quad (1)$$

Où:

V est le volume de gaz dilués, en l par essai (avant correction);

V<sub>0</sub> est le volume de gaz déplacé par la pompe volumétrique dans les conditions de l'essai, en N<sup>-1</sup>;

N est le nombre de tours de la pompe au cours de l'essai.

- 2.2.1.1 Calcul du volume ramené aux conditions normales
  - 2.2.1.1.1 Le volume des gaz d'échappement dilués est ramené aux conditions normales par la formule suivante:

$$V_{\text{mix}} = V \times K_1 \times \left( \frac{P_B - P_1}{T_P} \right) \quad (2)$$

Où:

$$K_1 = \frac{273,15 \text{ (K)}}{101,325 \text{ (kPa)}} = 2,6961;$$

$P_B$  est la pression barométrique dans la chambre d'essai, en kPa;

$P_1$  est la dépression à l'entrée de la pompe volumétrique par rapport à la pression barométrique ambiante, en kPa;

$T_p$  est la température moyenne des gaz d'échappement dilués entrant dans la pompe volumétrique au cours de l'essai, en K.

### 3. Émissions massiques

#### 3.1 Prescriptions générales

3.1.1 Les effets de compressibilité étant exclus, tous les gaz à prendre en compte dans le processus admission/combustion/échappement du moteur peuvent être considérés comme idéaux selon l'hypothèse d'Avogadro.

3.1.2 La masse  $M$  des polluants émis par le véhicule au cours de l'essai doit être déterminée en calculant le produit de la concentration volumique et du volume de gaz considéré, en tenant dûment compte des valeurs de masse volumique suivantes dans les conditions de référence de 101,325 kPa et 273,15 K:

Monoxyde de carbone (CO)  $\rho = 1,25 \text{ g/l}$

Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)  $\rho = 1,964 \text{ g/l}$

Hydrocarbures:

pour l'essence (E0) (C<sub>1</sub>H<sub>1,85</sub>)  $\rho = 0,619 \text{ g/l}$

pour l'essence (E5) (C<sub>1</sub>H<sub>1,89</sub>O<sub>0,016</sub>)  $\rho = 0,631 \text{ g/l}$

pour le gazole (B0) (C<sub>1</sub>H<sub>1,86</sub>)  $\rho = 0,619 \text{ g/l}$

pour le gazole (B5) (C<sub>1</sub>H<sub>1,86</sub>O<sub>0,005</sub>)  $\rho = 0,622 \text{ g/l}$

pour le GPL (CH<sub>2,525</sub>)  $\rho = 0,649 \text{ g/l}$

pour le gaz naturel/biométhane (C<sub>1</sub>H<sub>4</sub>)  $\rho = 0,714 \text{ g/l}$

pour l'éthanol (E85) (C<sub>1</sub>H<sub>2,74</sub>O<sub>0,385</sub>)  $\rho = 0,932 \text{ g/l}$

Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)  $\rho = 2,05 \text{ g/l}$

Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)  $\rho = 2,05 \text{ g/l}$

Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)  $\rho = 1,964 \text{ g/l}$

Hydrocarbures non méthaniques  $\rho = 0,631 \text{ g/l}$

#### 3.2 Calcul des émissions massiques

3.2.1 Les émissions massiques de polluants gazeux doivent être calculées au moyen de l'équation suivante:

$$M_i = \frac{V_{\text{mix}} \times \rho_i \times KH \times C_i \times 10^{-6}}{d} \quad (3)$$

Où:

$M_i$  représente les émissions massiques du polluant  $i$ , en g/km;

- $V_{\text{mix}}$  est le volume des gaz d'échappement dilués, exprimé en l par essai et ramené aux conditions normales (273,15 K et 101,325 kPa);
- $\rho_i$  est la masse volumique du polluant  $i$  en g par l à température et pression normales (273,15 K et 101,325 kPa);
- KH est un facteur de correction d'humidité applicable uniquement pour le calcul des émissions massiques d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_2$  et  $\text{NO}_x$ );
- $C_i$  est la concentration du polluant  $i$  dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm et corrigée de la concentration de polluant  $i$  présente dans l'air de dilution;
- $d$  est la distance parcourue pendant le cycle d'essai, en km.

3.2.1.1 La concentration d'un polluant dans les gaz d'échappement dilués doit être corrigée de la quantité de polluant dans l'air de dilution comme suit:

$$C_i = C_e - C_d \times \left(1 - \frac{1}{DF}\right) \quad (4)$$

Où:

- $C_i$  est la concentration du polluant  $i$  dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm et corrigée de la concentration de  $i$  présente dans l'air de dilution;
- $C_e$  est la concentration mesurée du polluant  $i$  dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;
- $C_d$  est la concentration du polluant  $i$  dans l'air utilisé pour la dilution, en ppm;
- DF est le facteur de dilution.

3.2.1.1.1 Le facteur de dilution, DF, est calculé comme suit:

$$DF = \frac{13,4}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{pour l'essence (E5)} \quad (5a)$$

$$DF = \frac{13,5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{pour le gazole (B5)} \quad (5b)$$

$$DF = \frac{11,9}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{pour le GPL} \quad (5c)$$

$$DF = \frac{9,5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{pour le GN/biométhane} \quad (5d)$$

$$DF = \frac{12,5}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad \text{pour l'éthanol (E85)} \quad (5e)$$

3.2.1.1.2 L'équation de base à appliquer afin de déterminer le facteur de dilution (DF) pour chaque carburant de référence ayant une composition moyenne de  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  est la suivante:

$$DF = \frac{x}{C_{\text{CO}_2} + (C_{\text{HC}} + C_{\text{CO}}) \times 10^{-4}} \quad (6)$$

$$X = 100 \times \frac{x}{x + \frac{y}{2}} + 3,76 \left( x + \frac{y}{4} + \frac{z}{2} \right);$$

Où:

$C_{CO_2}$  est la concentration de  $CO_2$  dans les gaz d'échappement dilués présents dans le sac de prélèvement, exprimée en % vol.;

$C_{HC}$  est la concentration d'hydrocarbures (HC) dans les gaz d'échappement dilués présents dans le sac de prélèvement, exprimée en ppm d'équivalents carbone;

$C_{CO}$  est la concentration de CO dans les gaz d'échappement dilués présents dans le sac de prélèvement, exprimée en ppm.

### 3.2.1.1.3 Mesure du méthane

3.2.1.1.3.1 Lorsque la mesure du méthane s'effectue au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme GC-FID, les hydrocarbures non méthaniques (HCNM) sont calculés comme suit:

$$C_{NMHC} = C_{THC} - (Rf_{CH_4} \times C_{CH_4}) \quad (7)$$

Où:

$C_{NMHC}$  est la concentration corrigée de HCNM dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm d'équivalents carbone;

$C_{THC}$  est la concentration de HCT dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm d'équivalents carbone et corrigée de la quantité de HCT présente dans l'air de dilution;

$C_{CH_4}$  est la concentration de  $CH_4$  dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm d'équivalents carbone et corrigée de la quantité de  $CH_4$  présente dans l'air de dilution;

$Rf_{CH_4}$  est le facteur de réponse du FID au méthane, tel que défini au paragraphe 5.4.3.2 de l'annexe 5.

3.2.1.1.3.2 Lorsque la mesure du méthane s'effectue au moyen d'un FID et d'un convertisseur de HCNM (NMC-FID), le calcul des HCNM dépend du gaz/de la méthode d'étalonnage employés pour le réglage du zéro/de l'échelle.

Le FID utilisé pour la mesure des HCT (sans NMC) doit être étalonné avec un mélange propane/air de la façon normale.

Pour l'étalonnage d'un FID utilisé en série avec un NMC, les méthodes suivantes sont autorisées:

- a) Le gaz d'étalonnage propane/air contourne le NMC;
- b) Le gaz d'étalonnage méthane/air traverse le NMC.

Il est vivement recommandé d'étalonner le FID pour le méthane avec un mélange méthane/air traversant le NMC.

Avec la méthode a), la concentration de CH<sub>4</sub> et de HCNM doit être calculée comme suit:

$$C_{\text{CH}_4} = \frac{C_{\text{HC}(w/\text{NMC})} - C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (8)$$

$$C_{\text{NMHC}} = \frac{C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})} \times (1 - E_M) - C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{E_E - E_M} \quad (9)$$

Avec la méthode b), la concentration de CH<sub>4</sub> et de HCNM doit être calculée comme suit:

$$C_{\text{CH}_4} = \frac{C_{\text{HC}(w/\text{NMC})} \times r_h \times (1 - E_M) - C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (10)$$

$$C_{\text{NMHC}} = \frac{C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})} \times (1 - E_M) - C_{\text{HC}(w/\text{NMC})} \times r_h \times (1 - E_E)}{E_E - E_M} \quad (11)$$

Où:

$C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, dans le cas où l'échantillon de gaz traverse le NMC;

$C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, dans le cas où l'échantillon de gaz contourne le NMC;

$r_h$  est le facteur de réponse au méthane, tel que déterminé au paragraphe 5.4.3.2 de l'annexe 5;

$E_M$  est l'efficacité à l'égard du méthane, telle que déterminée au paragraphe 3.2.1.1.3.2.1 ci-après;

$E_E$  est l'efficacité à l'égard de l'éthane, telle que déterminée au paragraphe 3.2.1.1.3.2.2 ci-après.

Si  $r_h < 1,05$ , il est permis de l'omettre dans les équations (8), (10) et (11).

### 3.2.1.1.3.2 Efficacité du convertisseur d'hydrocarbures non méthaniques (NMC)

Le convertisseur est utilisé pour éliminer les hydrocarbures non méthaniques de l'échantillon de gaz en oxydant tous les hydrocarbures à l'exception du méthane. Dans l'idéal, l'efficacité de la conversion est de 0 % pour le méthane et de 100 % pour les autres hydrocarbures, représentés par l'éthane. Pour une mesure précise des HCNM, il convient de déterminer l'efficacité dans les deux cas et d'utiliser la valeur obtenue comme base de calcul des émissions de HCNM.

#### 3.2.1.1.3.2.1 Efficacité pour le méthane

On amène le gaz d'étalonnage méthane/air dans le FID, en le faisant successivement traverser et contourner le NMC, et on enregistre les deux concentrations. L'efficacité se calcule comme suit:

$$E_M = 1 - \frac{C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (12)$$

Où:

$C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, lorsque le CH<sub>4</sub> passe par le NMC;

$C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, lorsque le  $\text{CH}_4$  contourne le NMC.

#### 3.2.1.1.3.2.2 Efficacité pour l'éthane

On amène le gaz d'étalonnage méthane/air dans le FID, en le faisant successivement traverser et contourner le NMC, et on enregistre les deux concentrations. L'efficacité se calcule comme suit:

$$E_E = 1 - \frac{C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (13)$$

Où:

$C_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, lorsque le  $\text{C}_2\text{H}_6$  passe par le NMC;

$C_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$  est la concentration de HC, en ppm C, lorsque le  $\text{C}_2\text{H}_6$  contourne le NMC.

Si l'efficacité de la conversion pour l'éthane est égale ou supérieure à 0,98, on attribue à  $E_E$  la valeur 1 pour les calculs ultérieurs.

#### 3.2.1.1.3.3 Si l'étalonnage du FID pour le méthane s'effectue en passant par le convertisseur, $E_M$ est égale à zéro.

L'équation (10) (voir ci-dessus) devient alors:

$$C_{\text{CH}_4} = C_{\text{CH}(w/\text{NMC})} \quad (14)$$

L'équation (11) (voir ci-dessus) devient alors:

$$C_{\text{NMHC}} = C_{\text{CH}(w/o\text{NMC})} - C_{\text{CH}(w/\text{NMC})} \times r_h \quad (15)$$

La masse volumique utilisée pour le calcul de la masse des HCNM doit être de 0,631 g/l à 273,15 K et 101,325 kPa.

#### 3.2.1.1.4 Calcul de la concentration moyenne pondérée par le débit

Lorsqu'au cours de l'essai, le débit CVS  $q_{\text{VCVS}}$  varie au-delà de  $\pm 3\%$  du débit moyen, une moyenne pondérée par le débit doit être appliquée pour toutes les mesures en continu avec dilution, y compris les mesures du nombre de particules:

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^n q_{\text{VCVS}}(i) \times \Delta t \times C(i)}{V} \quad (16)$$

Où:

$C_e$  est la concentration moyenne pondérée par le débit;

$q_{\text{VCVS}}(i)$  est le débit CVS à l'instant  $t = i \times \Delta t$ , en  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$C(i)$  est la concentration à l'instant  $t = i \times \Delta t$ , en ppm;

$\Delta t$  est l'intervalle de prélèvement, en secondes (s);

$V$  est le volume CVS total, en  $\text{m}^3$ .

3.2.1.2 Calcul du facteur de correction d'humidité pour les NO<sub>x</sub>

Afin de corriger les effets de l'humidité sur les résultats obtenus en ce qui concerne les oxydes d'azote, il convient de faire le calcul suivant:

$$KH = \frac{1}{1 - 0,0329 \times (H_a - 10,71)} \quad (17)$$

Où:

$$H_a = \frac{6,211 \times R_a \times P_d}{P_B - P_d \times R_a \times 10^{-2}} \quad (18)$$

Et:

H<sub>a</sub> est l'humidité absolue, exprimée en g d'eau par kg d'air sec;

R<sub>a</sub> est l'humidité relative de l'air ambiant, en %;

P<sub>d</sub> est la pression de vapeur saturante à la température ambiante, en kPa;

P<sub>B</sub> est la pression atmosphérique dans la pièce, en kPa.

Le facteur KH doit être calculé pour chaque phase du cycle d'essai.

La température ambiante et l'humidité relative doivent correspondre à la moyenne des valeurs mesurées en continu au cours de chaque phase.

3.2.1.3 Détermination de la concentration de NO<sub>2</sub> à partir du NO et des NO<sub>x</sub>

On détermine la concentration de NO<sub>2</sub> en fonction de la différence entre la concentration de NO<sub>x</sub> dans le sac corrigée de la concentration présente dans l'air de dilution et la concentration de NO obtenue par mesure en continu corrigée de la concentration présente dans l'air de dilution.

## 3.2.1.3.1 Concentrations de NO

3.2.1.3.1.1 Les concentrations de NO doivent être calculées à partir des valeurs de l'analyseur de NO intégrées et éventuellement corrigées de la fluctuation du débit.

3.2.1.3.1.2 La concentration de NO moyenne est calculée comme suit:

$$C_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} C_{NO} dt}{t_2 - t_1} \quad (19)$$

Où:

$\int_{t_1}^{t_2} C_{NO} dt$  est calculé par intégration de la valeur relevée par l'analyseur de NO modal au cours de l'essai (t<sub>1</sub> à t<sub>2</sub>);

C<sub>e</sub> est la concentration de NO mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm;

3.2.1.3.1.3 La concentration de NO dans l'air de dilution est déterminée à partir du sac qui contient ce dernier. La correction s'effectue conformément aux dispositions de la section 3.2.1.1 ci-dessus.

- 3.2.1.3.2 Concentrations de NO<sub>2</sub>
- 3.2.1.3.2.1 Détermination de la concentration de NO<sub>2</sub> par mesure directe dans les gaz d'échappement dilués
- 3.2.1.3.2.2 Les concentrations de NO<sub>2</sub> doivent être calculées à partir des valeurs de l'analyseur de NO<sub>2</sub> intégrées et éventuellement corrigées de la fluctuation du débit.
- 3.2.1.3.2.3 La concentration de NO<sub>2</sub> moyenne est calculée comme suit:

$$C_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} C_{NO_2} dt}{t_2 - t_1} \quad (20)$$

Où:

$\int_{t_1}^{t_2} C_{NO_2} dt$  est calculé par intégration de la valeur relevée par l'analyseur de NO<sub>2</sub> modal au cours de l'essai (t<sub>1</sub> à t<sub>2</sub>);

C<sub>e</sub> est la concentration de NO<sub>2</sub> mesurée dans les gaz d'échappement dilués, en ppm.

- 3.2.1.3.2.4 La concentration de NO<sub>2</sub> dans l'air de dilution est déterminée à partir du sac qui contient ce dernier. La correction s'effectue conformément aux dispositions de la section 3.2.1.1 ci-dessus.

- 3.2.2 Détermination des émissions massiques de HC des moteurs à allumage par compression

- 3.2.2.1 Pour déterminer les émissions massiques de HC des moteurs à allumage par compression, on calcule la concentration moyenne de HC comme suit:

$$C_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} dt}{t_2 - t_1} \quad (21)$$

Où:

$\int_{t_1}^{t_2} C_{HC} dt$  est calculé par intégration de la valeur relevée par le FID chauffé au cours de l'essai (t<sub>1</sub> à t<sub>2</sub>);

C<sub>e</sub> est la concentration de HC mesurée dans les gaz d'échappement dilués, exprimée en ppm de C<sub>i</sub> et substituée à C<sub>HC</sub> dans toutes les équations pertinentes.

- 3.2.3 Calcul des émissions de CO<sub>2</sub> pour les véhicules faisant partie d'une famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub>

- 3.2.3.1 Calcul des émissions de CO<sub>2</sub> sans la méthode de l'interpolation

Si la résistance à l'avancement et les émissions n'ont pas été mesurées sur le véhicule d'essai L en plus du véhicule d'essai H, la valeur M<sub>CO<sub>2</sub></sub>, telle qu'elle est calculée à la section 3.2.1 ci-dessus, doit être attribuée à chacun des véhicules faisant partie de la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub> et la méthode de l'interpolation pour le CO<sub>2</sub> n'est pas applicable.

### 3.2.3.2 Calcul des émissions de CO<sub>2</sub> avec la méthode de l'interpolation

Si la résistance à l'avancement et les émissions sont mesurées pour les véhicules d'essai L et H, les émissions de CO<sub>2</sub> de chacun des véhicules de la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub> peuvent être calculées selon la méthode de l'interpolation pour le CO<sub>2</sub> présentée ci-après.

#### 3.2.3.2.1 Détermination des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules d'essai L et H

La masse des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules d'essai L et H,  $M_{CO_2}$ , doit être déterminée au moyen du calcul présenté à la section 3.2.1 ci-dessus pour chacune des phases de cycle p applicables à la classe de la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub>. Les deux valeurs sont  $M_{CO_2-LP}$  et  $M_{CO_2-HP}$  respectivement.

#### 3.2.3.2.2 Calcul de la résistance à l'avancement pour un véhicule donné

##### 3.2.3.2.2.1 Masse du véhicule

Les masses d'essai retenues,  $TM_L$  et  $TM_H$ , telles que déterminées au paragraphe 4.2.1.3.1 de l'annexe 4, doivent être utilisées comme paramètres d'entrée pour la méthode de l'interpolation.

La masse de l'équipement optionnel,  $m_0$ , doit être calculée pour le véhicule visé au moyen de l'équation suivante:

$$m_0 = \sum_{i=1}^n \Delta m_i \quad (22)$$

Où:

$m_0$  est la différence de masse entre le véhicule visé et  $TM_L$ ;

$\Delta m_i$  est la masse d'une option i présente sur le véhicule ( $\Delta m_i$  est positif dans le cas d'une option qui ajoute de la masse par rapport à  $TM_L$  et inversement);

n est le nombre d'options différentes entre le véhicule visé et le véhicule d'essai L.

La valeur de  $m_0$  pour le véhicule d'essai H doit être égale à la différence entre  $TM_H$  et  $TM_L$ .

La masse du véhicule est calculée comme suit:

$$TM_{ind} = TM_L + m_f \quad (23)$$

Où  $TM_{ind}$  est la masse du véhicule utilisée comme paramètre d'entrée pour la méthode de l'interpolation en ce qui concerne le CO<sub>2</sub>.

Si l'on utilise la même masse d'essai pour les véhicules d'essai L et H, la valeur de  $TM_{ind}$  doit être réglée sur  $TM_H$  pour la méthode de l'interpolation.

##### 3.2.3.2.2.2 Résistance au roulement du véhicule

Conformément au paragraphe 4.2.2.1 de l'annexe 4, les valeurs effectives de résistance au roulement des pneumatiques sélectionnés pour le véhicule d'essai L,  $RR_L$ , et pour le véhicule d'essai H,  $RR_H$ , doivent être utilisées comme paramètres d'entrée pour la méthode de l'interpolation.

Pour les pneumatiques montés sur le véhicule, la valeur de résistance au roulement  $RR_{ind}$  doit être réglée sur la valeur de la classe de résistance applicable, conformément au tableau A4/1 de l'annexe 4.

Si les pneumatiques montés sur les véhicules d'essai L et H sont les mêmes, la valeur de  $RR_{ind}$  pour la méthode de l'interpolation doit être réglée sur  $RR_H$ .

#### 3.2.3.2.2.3 Traînée aérodynamique du véhicule

La traînée aérodynamique doit être mesurée pour chacune des options ayant une incidence sur celle-ci dans une soufflerie certifiée conforme aux prescriptions de la section 3.2 de l'annexe 4.

La traînée aérodynamique des options à l'extérieur du véhicule doit être calculée comme suit:

$$\Delta[C_d \times A_f]_{ind} = \sum_{i=1}^n \Delta[C_d \times A_f]_i \quad (24)$$

Où:

$C_d$  est le coefficient de traînée aérodynamique;

$A_f$  est la surface frontale du véhicule, en  $m^2$ ;

$\Delta[C_d \times A_f]_{ind}$  est la différence de traînée aérodynamique entre le véhicule visé et le véhicule d'essai L, imputable aux options du véhicule qui ne sont pas les mêmes que celles du véhicule d'essai L, en  $m^2$ ;

$\Delta[C_d \times A_f]_i$  est la différence de traînée aérodynamique imputable à une option  $i$  sur le véhicule ( $\Delta[C_d \times A_f]_i$  est positif dans le cas d'une option qui accroît la traînée aérodynamique par rapport au véhicule d'essai L et vice-versa), en  $m^2$ ;

$n$  est le nombre d'options du véhicule qui ne sont pas les mêmes que sur le véhicule d'essai L.

La somme de toutes les valeurs  $\Delta[C_d \times A_f]_i$  entre les options installées sur les véhicules d'essai L et H doit correspondre à la différence totale entre les valeurs  $C_d \times A_f$  pour ces mêmes véhicules, à savoir  $\Delta[C_d \times A_f]_{LH}$ .

La somme de toutes les valeurs  $\Delta[C_d \times A_f]_i$ , exprimée par  $\Delta f_2$ , entre les options installées sur les véhicules d'essai L et H doit correspondre à la différence pour  $f_2$  entre ces mêmes véhicules.

Si les options présentes sur le véhicule visé ont également été installées sur les véhicules d'essai L et H, la valeur de  $\Delta[C_d \times A_f]_{ind}$  pour la méthode de l'interpolation doit être fixée à zéro.

#### 3.2.3.2.2.4 Calcul de la résistance à l'avancement pour les véhicules faisant partie d'une famille de véhicules du point de vue du $CO_2$

Les coefficients de résistance à l'avancement  $f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  (tels que définis à l'annexe 4) pour les véhicules d'essai H et L correspondent à  $f_{0,H}$ ,  $f_{1,H}$  et  $f_{2,H}$  et  $f_{0,L}$ ,  $f_{1,L}$  et  $f_{2,L}$  respectivement. Une courbe de résistance à l'avancement ajustée pour le véhicule d'essai L est définie comme suit:

$$F_L(v) = f_{0,L}^* + F_{1,H} \cdot v + f_{2,L}^* \cdot v^2 \quad (25)$$

En appliquant une régression par la méthode des moindres carrés, on détermine les coefficients de résistance à l'avancement ajustés  $f_{0,L}^*$  et  $f_{2,L}^*$  pour  $F_L(v)$  en attribuant au coefficient linéaire  $f_{1,L}^*$  la valeur de  $f_{1,H}$ . Les coefficients de résistance à l'avancement  $f_{0,ind}$ ,  $f_{1,ind}$  et  $f_{2,ind}$  pour le véhicule visé dans la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub> sont calculés comme suit:

$$f_{0,ind} = f_{0,H} - \Delta f_0 \times \frac{(TM_H \times RR_H - TM_{ind} \times RR_{ind})}{(TM_H \times RR_H - TM_L \times RR_L)} \quad (26)$$

Ou, si  $(TM_H \times RR_H - TM_L \times RR_L) = 0$ ,

$$f_{0,ind} = f_{0,H} - \Delta f_0 \quad (27)$$

$$f_{1,ind} = f_{1,H} \quad (28)$$

$$f_{2,ind} = f_{2,H} - \Delta f_2 \frac{(\Delta[C_d \times A_f]_{LH} - \Delta[C_d \times A_f]_{ind})}{(\Delta[C_d \times A_f]_{LH})} \quad (29)$$

Ou, si  $\Delta[C_d \times A_f]_{LH} = 0$ ,

$$f_{2,ind} = f_{2,H} - \Delta f_2 \quad (30)$$

Où:

$$\Delta f_0 = f_{0,H} - f_{0,L}^* \quad (31)$$

$$\Delta f_2 = f_{2,H} - f_{2,L}^* \quad (32)$$

#### 3.2.3.2.2.5 Calcul de l'énergie sur le cycle par phase

La demande d'énergie sur le cycle  $E_{kp}$  et la distance  $d_{c,p}$  par phase de cycle p applicable au véhicule visé doivent être calculées conformément à la procédure exposée à la section 5 de la présente annexe pour les ensembles k suivants, comprenant des coefficients de résistance à l'avancement et des masses:

$$k=1: \quad f_0 = f_{0,L}^*, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,L}^*, m = TM_L \quad (33)$$

(véhicule d'essai L)

$$k=2: \quad f_0 = f_{0,H}, f_1 = f_{1,H}, f_2 = f_{2,H}^*, m = TM_H \quad (34)$$

(véhicule d'essai H)

$$k=3: \quad f_0 = f_{0,ind}, f_1 = f_{1,ind}, f_2 = f_{2,ind}^*, m = TM_{ind} \quad (35)$$

(véhicule donné dans la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub>)

#### 3.2.3.2.2.6 Calcul de la valeur de CO<sub>2</sub> pour un véhicule donné par la méthode de l'interpolation

Pour chaque phase de cycle p applicable au véhicule visé dans la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub>, la contribution à la masse totale de CO<sub>2</sub> pour le véhicule doit être calculée comme suit:

$$M_{CO_2-ind,P} = M_{CO_2-LP} + \left( \frac{E_{3,P} - E_{1,P}}{E_{2,P} - E_{1,P}} \right) \times (M_{CO_2-H,P} - M_{CO_2-LP}) \quad (36)$$

Les émissions massiques de CO<sub>2</sub> ( $M_{CO_2-ind}$ ) attribuées au véhicule visé dans la famille de véhicules du point de vue du CO<sub>2</sub> doivent être calculées comme suit:

$$M_{CO_2-ind} = \frac{2_p M_{CO_2-ind,P} \times d_{c,p}}{\sum_p d_{c,p}} \quad (37)$$

pour toutes les phases de cycle P applicables.

### 3.3 Masse des émissions de particules

#### 3.3.1 Les émissions de particules $M_p$ (g/km) sont calculées comme suit:

$$M_p = \frac{(V_{mix} + V_{ep}) \times P_e}{V_{ep} \times d} \quad (38)$$

Dans le cas où les gaz d'échappement sont évacués à l'extérieur du tunnel;

Et:

$$M_p = \frac{V_{mix} \times P_e}{V_{ep} \times d} \quad (39)$$

Dans le cas où les gaz d'échappement sont renvoyés dans le tunnel;

Où:

$V_{mix}$  est le volume de gaz d'échappement dilués (voir la section 2 de la présente annexe), dans les conditions normales;

$V_{ep}$  est le volume de gaz d'échappement dilués passant par le filtre à particules, dans les conditions normales;

$P_e$  est la masse de particules collectée dans un ou plusieurs filtres;

$d$  est la distance parcourue au cours du cycle d'essai, en km;

$M_p$  est la masse des émissions de particules, en g/km.

#### 3.3.1.1 Lorsqu'on effectue une correction pour tenir compte de la concentration ambiante de particules dans le système de dilution, on doit procéder comme indiqué à la section 1.2.1.4.1 de l'annexe 6. Dans ce cas, la masse de particules (g/km) doit être calculée comme suit:

$$M_p = \left\{ \frac{P_e}{V_{ep}} - \left[ \frac{P_a}{V_{ap}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right] \right\} \times \frac{(V_{mix} + V_{ep})}{d} \quad (40)$$

Dans le cas où les gaz d'échappement sont évacués à l'extérieur du tunnel;

$$M_p = \left\{ \frac{P_e}{V_{ep}} - \left[ \frac{P_a}{V_{ap}} \times \left( 1 - \frac{1}{DF} \right) \right] \right\} \times \frac{V_{mix}}{d} \quad (41)$$

Dans le cas où les gaz d'échappement sont renvoyés dans le tunnel;

Où:

$V_{ap}$  est le volume d'air du tunnel passant par le filtre à particules ambiantes dans les conditions normales;

$P_a$  est la moyenne mobile de la masse de particules collectée dans le tunnel de dilution comme indiqué dans le présent RTM, jusqu'à une valeur équivalente maximale de 1 mg/km aux débits CVS et de prélèvement de particules équivalents;

DF est le facteur de dilution déterminé au paragraphe 3.2.1.1.1 de la présente annexe.

Si le résultat de la correction pour tenir compte de la concentration ambiante est une masse de particules négative (en g/km), on considère que cette masse est égale à zéro g/km.

### 3.3.2 Calcul des émissions de particules par la méthode de double dilution

$$V_{ep} = V_{set} - V_{ssd} \quad (42)$$

Où:

$V_{ep}$  est le volume de gaz d'échappement dilués passant par le filtre à particules, dans les conditions normales;

$V_{set}$  est le volume de gaz d'échappement dilués deux fois passant par les filtres de collecte de particules;

$V_{ssd}$  est le volume d'air de dilution secondaire.

Lorsque les gaz dilués deux fois ne sont pas renvoyés dans le tunnel, le volume CVS doit être calculé comme dans le cas d'une dilution simple, à savoir:

$$V_{mix} = V_{mix \text{ indicated}} + V_{ep} \quad (43)$$

Où  $V_{mix \text{ indicated}}$  est le volume mesuré de gaz d'échappement dilués dans le système de dilution à la suite du prélèvement de l'échantillon de particules dans les conditions normales.

## 4. Détermination du nombre de particules

### 4.1 Le nombre de particules émises doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$N = \frac{V \times k \times (\overline{C_s} \times \overline{f_r} - C_b \times \overline{f_{rb}}) \times 10^3}{d} \quad (44)$$

Où:

N est le nombre de particules émises par km;

V est le volume de gaz d'échappement dilués, exprimé en l par essai (après la première dilution seulement dans le cas d'une double dilution) et ramené aux conditions normales (273,15 K et 101,325 kPa);

k est un facteur d'étalonnage permettant de corriger les valeurs de mesure du compteur de particules et de les aligner sur celles de référence, dans le cas où ce facteur n'est pas internalisé. Dans le cas contraire, le facteur d'étalonnage doit être égal à 1;

$\overline{C_s}$  est la concentration corrigée de particules relevées dans les gaz d'échappement dilués exprimée par le nombre moyen de particules par  $\text{cm}^3$  obtenu lors de l'essai d'émissions comprenant la durée complète

du cycle d'essai. Si les résultats de la concentration volumétrique moyenne ( $\bar{C}$ ) donnés par le compteur du nombre de particules ne sont pas obtenus dans les conditions normales (273,15 K et 101,325 kPa), les concentrations doivent alors être ramenées à ces conditions ( $\bar{C}_s$ );

$C_b$  est la concentration de particules dans l'air de dilution ou dans le tunnel de dilution, selon ce qui est permis par l'autorité responsable, exprimée en nombre de particules par  $\text{cm}^3$ , corrigée de la coïncidence et ramenée aux conditions normales (273,15 K et 101,325 kPa);

$\bar{f}_r$  est le facteur de réduction de la concentration moyenne de particules du séparateur de particules volatiles au taux de dilution utilisé pour l'essai;

$\bar{f}_{rb}$  est le facteur de réduction de la concentration moyenne de particules du séparateur de particules volatiles au taux de dilution utilisé pour la mesure de la concentration ambiante;

$d$  est la distance parcourue au cours du cycle d'essai, en km.

$\bar{C}$  doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (45)$$

Où:

$C_i$  est une mesure discrète de la concentration de particules dans les gaz d'échappement dilués, effectuée par le compteur de particules et exprimée en particules par  $\text{cm}^3$  après correction de la coïncidence;

$n$  est le nombre total de mesures discrètes de la concentration de particules faites pendant le cycle d'essai. Ce nombre doit être calculé au moyen de l'équation suivante:

$$n = T \times f \quad (46)$$

Où:

$T$  est la durée du cycle d'essai, en s;

$f$  est la fréquence d'enregistrement des données par le compteur de particules, en Hz.

#### [5. Calcul de la demande d'énergie sur le cycle]

[Le calcul s'effectue sur la base de la courbe de vitesse du véhicule, obtenue avec une série discrète d'instant  $t_i$  entre  $t_{\text{start}}$  et  $t_{\text{end}}$ . Dans le cas des cycles applicables aux classes 2 et 3  $t_{\text{start}} = 0$  s et  $t_{\text{end}} = 1\,800$  s. Pour une phase de cycle particulière,  $t_{\text{start}}$  et  $t_{\text{end}}$  sont à reprendre de l'annexe 1.

Aux fins du calcul, chaque instant est interprété comme une période. La durée  $\Delta t$  des périodes dépend de la fréquence d'échantillonnage (1 s pour 1 Hz, 0,5 s pour 2 Hz et 0,1 s pour 10 Hz).

La demande d'énergie totale  $E$  pour le cycle complet ou une phase donnée du cycle doit être calculée en faisant la somme de  $E_i$  sur la période comprise entre  $t_{\text{start}}$  et  $t_{\text{end}}$ .

$$E_i = F_i \times d_i \quad \text{si} \quad F_i > 0 \quad (47a)$$

$$E_i = 0 \quad \text{si} \quad F_i \leq 0 \quad (47b)$$

Où:

$E_i$  est la demande d'énergie sur la période (i-1) à (i), en Ws;

$F_i$  est la force motrice sur la période (i-1) à (i), en N;

$d_i$  est la distance parcourue sur la période (i-1) à (i), en m.

$$F_i = f_0 + f_1 \times \left( \frac{v_i + v_{i-1}}{2} \right) + f_2 \times \left( \frac{v_i + v_{i-1}}{4} \right)^2 + (1,03 \times TM) \times a_i \quad (48)$$

Où:

$F_i$  est la force motrice sur la période (i-1) à (i), en N;

$v_i$  est la vitesse à l'instant  $t_i$ , en km/h;

TM est la masse d'essai, en kg;

$a_i$  est l'accélération sur la période (i-1) à (i), en m/s<sup>2</sup>;

$f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  sont les coefficients de résistance à l'avancement pour la masse d'essai considérée ( $TM_L$ ,  $TM_H$  ou  $TM_{ind}$ ), en N, N/km/h et N/(km/h)<sup>2</sup> respectivement.

$$d_i = \frac{(v_i + v_{i-1})}{2 \times 3,6} \times (t_i - t_{i-1}) \quad (49)$$

Où:

$d_i$  est la distance parcourue sur la période (i-1) à (i), en m;

$v_i$  est la vitesse à l'instant  $t_i$ , en km/h;

$t_i$  est le temps, en s.

$$a_i = \frac{v_i - v_{i-1}}{3,6 \times (t_i - t_{i-1})} \quad (50)$$

Où:

$a_i$  est l'accélération sur la période (i-1) à (i), en m/s<sup>2</sup>;

$v_i$  est la vitesse à l'instant  $t_i$ , en km/h;

$t_i$  est le temps, en s.]

## Annexe 8

### Véhicules électriques purs et hybrides

1. Prescriptions générales
 

Dans le cas d'essais sur des véhicules VEH-NRE et VEH-RE, l'appendice 3 à la présente annexe remplace l'appendice 2 de l'annexe 6.
- 1.1 Bilan d'énergie
 

Le bilan d'énergie est la somme des variations du contenu énergétique de tous les systèmes de stockage de l'énergie électrique ( $\Delta E_{REESS}$ ).
- 1.2 Consommation en énergie électrique et essais d'autonomie
 

Les paramètres, unités et limites d'exactitude des mesures sont établis dans le tableau A8/1.

Tableau A8/1

#### Paramètres, unités et limites d'exactitude des mesures

Paramètre	Unités	Exactitude	Résolution
Énergie électrique <sup>(1)</sup>	Wh	$\pm 1$ %	0,001 Wh <sup>(2)</sup>
Intensité	A	$\pm 0,3$ % de la pleine échelle ou $\pm 1$ % de la valeur indiquée <sup>(3,4)</sup>	0,01 A

<sup>(1)</sup> Matériel: compteur statique pour l'énergie active.

<sup>(2)</sup> Watt-heure mètre CA, classe 1 selon la CEI 62053-21 ou équivalent.

<sup>(3)</sup> La plus grande des deux valeurs est retenue.

<sup>(4)</sup> Intégration de l'intensité à une fréquence de 10 Hz ou plus.

- 1.3 Essai de mesure des émissions et de la consommation de carburant
 

Les paramètres, unités et valeurs de précision des mesures sont ceux requis pour les véhicules traditionnels équipés d'un moteur à combustion interne comme défini à l'annexe 5 (matériel d'essai et procédures d'étalonnage).
- 1.4 Unités de mesure et présentation des résultats
 

Les valeurs de précision des unités de mesure et la présentation des résultats doivent être conformes aux indications figurant dans le tableau A8/2.

Tableau A8/2

#### Précision des unités de mesure et présentation des résultats

Paramètre	Unités	Communication des résultats de l'essai
AME, AME urbain	km	Arrondis au nombre entier le plus proche
AEMEP, AEMEP urbain	km	Arrondis au nombre entier le plus proche
R <sub>CDA</sub> , R <sub>CDA</sub> urbain	km	Arrondis au nombre entier le plus proche

<i>Paramètre</i>	<i>Unités</i>	<i>Communication des résultats de l'essai</i>
R <sub>CDC</sub> , R <sub>CDC</sub> urbain	km	Arrondis au nombre entier le plus proche
Distance	km	Arrondis au nombre entier le plus proche; pour les calculs arrondis à: 0,1 km
Consommation d'énergie électrique	Wh/km	Arrondis au nombre entier le plus proche
VEN	Wh	Arrondis à la première décimale
Taux de VEN	%	Arrondis à la première décimale
ERE (recharge E)	Wh	Arrondis au nombre entier le plus proche
Facteur de correction de la consommation en carburant	l/100 km/(Wh/km)	Arrondis à un nombre à 4 chiffres significatif
Facteur de correction des émissions de CO <sub>2</sub>	g/km/(Wh/km)	Arrondis à un nombre à 4 chiffres significatif
Facteur d'utilisation		Arrondis au troisième chiffre après la virgule

- 1.5 Cycles d'essai de type 1 à exécuter
- 1.5.1 Les véhicules de classe 3a doivent effectuer un cycle consistant en une phase basse (Low<sub>3</sub>), une phase moyenne (Medium<sub>3-1</sub>), une phase haute (High<sub>3-1</sub>) et une phase extra haute (Extra High<sub>3</sub>).
- 1.5.1.1 Si la Partie contractante en fait le choix, la phase Extra High<sub>3</sub> peut être exclue.
- 1.5.2 Les véhicules de classe 3b doivent effectuer un cycle consistant en une phase basse (Low<sub>3</sub>), une phase moyenne (Medium<sub>3-2</sub>), une phase haute (High<sub>3-2</sub>) et une phase extra haute (Extra High<sub>3</sub>).
- 1.5.2.1 Si la Partie contractante en fait le choix, la phase Extra High<sub>3</sub> peut être exclue.
- 1.6 Essais pour les VEH-NRE et les VEP
- 1.6.1 Les véhicules de classe 3a doivent effectuer un cycle consistant en une phase basse (Low<sub>3</sub>) et une phase moyenne (Medium<sub>3-2</sub>).
- 1.6.2 Les véhicules de classe 3b doivent effectuer un cycle consistant en une phase basse (Low<sub>3</sub>) et une phase moyenne (Medium<sub>3-2</sub>).
- 1.7 Les véhicules hybrides ou électriques purs avec transmission manuelle sont conduits selon les instructions du fabricant, telles que figurant dans le manuel d'entretien du véhicule et indiquées sur le tableau de bord.

2. Préparation du SRSEE
- 2.1 Les dispositions suivantes s'appliquent à tous les VEH-RE, VEH-RE et VEP dont le mode de fonctionnement est ou non sélectionnable par le conducteur:
  - a) Les véhicules doivent avoir parcouru au moins 300 km avec les batteries qui sont installées pendant l'essai;
  - b) Si les batteries sont utilisées sur le véhicule à une température supérieure à la température ambiante, l'opérateur doit suivre la méthode recommandée par le constructeur du véhicule pour maintenir la température du SRSEE dans la plage de fonctionnement normal. Le représentant du constructeur doit pouvoir certifier que le système de régulation thermique du SRSEE n'est ni hors fonction ni réduit dans son efficacité.
3. Procédure d'essai
- 3.1 Prescriptions générales
- 3.1.1 Les dispositions suivantes s'appliquent à tous les VEH-RE, VEH-NRE et VEP dont le mode de fonctionnement est ou non sélectionnable par le conducteur:
  - 3.1.1.1 Les véhicules doivent subir un conditionnement, une stabilisation et être soumis aux essais selon les procédures d'essai applicables aux véhicules mus uniquement par un moteur à combustion tel que décrit à l'annexe 6, sauf modification par la présente annexe.
  - 3.1.1.2 Les véhicules doivent être classés comme véhicules de la classe 3. Pour les véhicules de la classe 3a tout comme de la classe 3b, la phase Extra High<sub>3</sub> peut être exclue lors des essais de type 1, au choix de la Partie contractante.
    - 3.1.1.2.1 Lors des phases WLTC et WLTC cycle urbain, les véhicules des classes 3a et 3b doivent être utilisés également en mode maintien de la charge et en mode épuisement de la charge.
    - 3.1.1.2.2 Lorsque le véhicule ne peut pas suivre la courbe d'essai, la commande d'accélérateur doit être actionnée à fond jusqu'à ce que la courbe de vitesse soit rattrapée. Le calcul du rapport puissance/masse et les méthodes de classement ne s'appliquent pas à ce type de véhicule.
  - 3.1.1.3 On fait démarrer le véhicule en utilisant les moyens normalement mis à la disposition du conducteur.
  - 3.1.1.4 Le prélèvement des émissions d'échappement et la mesure des paramètres électriques commencent avant ou au début de l'opération de démarrage du véhicule et s'achèvent à la fin de la période d'arrêt final lors de chaque cycle d'essai.
  - 3.1.1.5 Les émissions des composés polluants doivent être collectées et analysées lors de chacune des phases WLTC lorsque le moteur à combustion commence à consommer du carburant.
  - 3.1.1.6 Le conducteur et/ou l'opérateur doit seulement faire des pauses entre les cycles d'essai dans les conditions prescrites dans le tableau A8/3.

Tableau A8/3

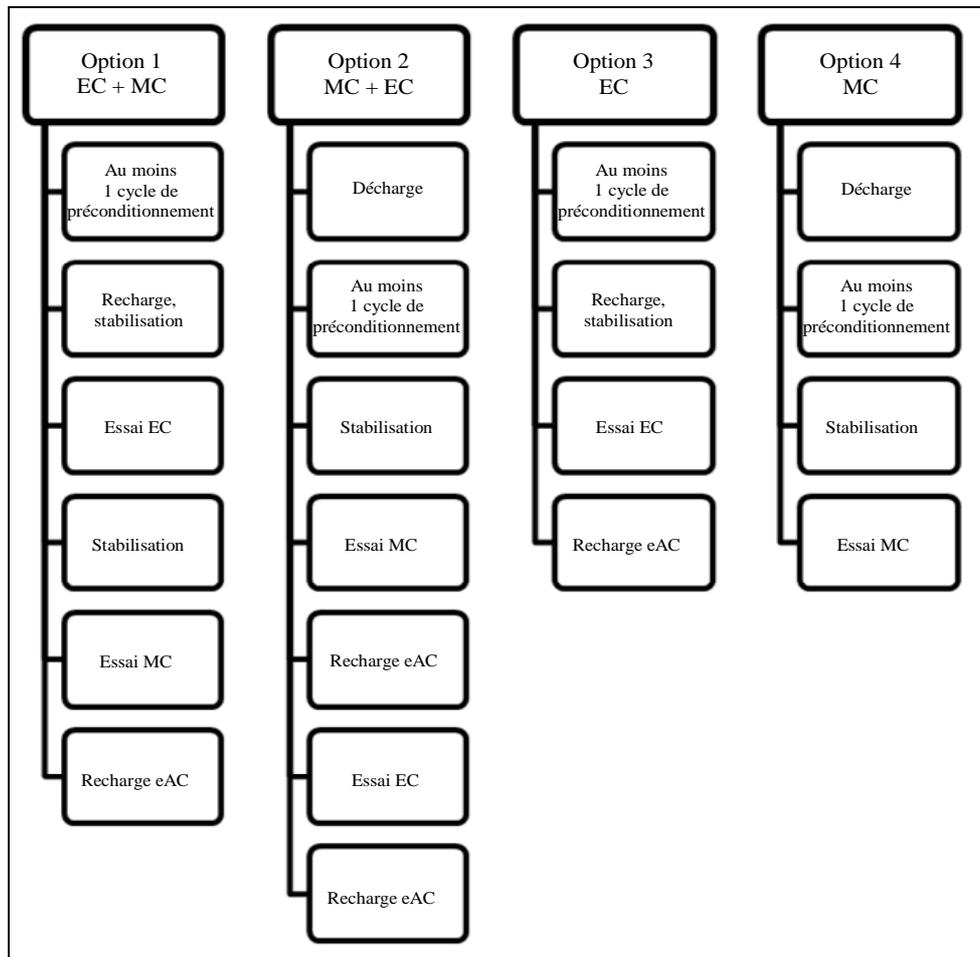
**Pauses pour le conducteur et/ou l'opérateur**

<i>Distance parcourue, km</i>	<i>Temps d'arrêt maximum, min</i>
Jusqu'à 100	10
Jusqu'à 150	20
Jusqu'à 200	30
Jusqu'à 300	60
Plus de 300	Selon la recommandation du constructeur

Lors d'un arrêt, la commande du système de propulsion doit être sur la position arrêt («off»), pour garantir la continuité de la fonction du système de contrôle du véhicule.

- 3.1.2 Le refroidissement forcé selon le paragraphe 1.2.7.2 de l'annexe 6 n'est applicable qu'à l'essai de maintien de la charge et aux essais des VEH-NRE.
- 3.2 VEH-RE, avec et sans mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur
- 3.2.1 Les véhicules doivent être essayés dans des conditions de maintien de la charge et d'épuisement de la charge.
- 3.2.2 Les véhicules peuvent être soumis aux essais dans le cadre de quatre types de séquences:
- 3.2.2.1 Option 1: essai d'épuisement de la charge suivi d'un essai de maintien de la charge (EC + MC);
- 3.2.2.2 Option 2: essai de maintien de la charge suivi d'un essai d'épuisement de la charge (MC + EC);
- 3.2.2.3 Option 3: essai d'épuisement de la charge non suivi d'un essai de maintien de la charge (EC);
- 3.2.2.4 Option 4: essai de maintien de la charge non suivi d'un essai d'épuisement de la charge (MC).

Schéma A8/1  
**Séquences possibles pour les essais VEH-RE**



- 3.2.3 Le commutateur de mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur doit être dans la position prévue selon les conditions d’essai.
- 3.2.4 Option 3: essai d’épuisement de la charge non suivi d’un essai de maintien de la charge (EC).
  - 3.2.4.1 Préconditionnement
 

Le véhicule doit être préparé conformément aux procédures définies dans la section 2.2 de l’appendice 4 à la présente annexe.
  - 3.2.4.2 Conditions d’essai
    - 3.2.4.2.1 L’essai sera exécuté avec un SRSEE complètement chargé, conformément aux prescriptions concernant la recharge énoncées dans la section 2.2.5 de l’appendice 4 à la présente annexe.
    - 3.2.4.2.2 Sélection du mode de fonctionnement
      - 3.2.4.2.2.1 L’essai d’épuisement de la charge doit être exécuté sur le mode de consommation d’énergie électrique prédominant correspondant le mieux au cycle d’essai. Si le véhicule ne peut pas suivre la courbe d’essai, les autres systèmes de propulsion embarqués devront être utilisés pour permettre au véhicule de suivre le cycle au mieux.

- 3.2.4.2.2 Des modes spéciaux sélectionnables par le conducteur, comme le «mode montagne» ou le «mode maintenance», qui ne sont pas conçus pour un fonctionnement quotidien ordinaire mais à des fins spécifiques limitées, ne doivent pas être pris en compte aux fins des essais dans les conditions d'épuisement de la charge.
- 3.2.4.3 Procédures d'essai de type 1
- 3.2.4.3.1 La procédure d'essai d'épuisement de la charge doit consister en plusieurs cycles consécutifs, chacun devant être suivi d'une période de stabilisation d'une durée maximale de 30 min jusqu'au début de la procédure de maintien de la charge.
- 3.2.4.3.2 Lors de la stabilisation à chaud entre cycles WLTC, le commutateur principal doit se trouver sur la position arrêt («off»), et le SRSEE ne doit pas être rechargé à partir d'une source d'énergie électrique extérieure. L'appareil BCS ne doit pas être désactivé entre les phases du cycle d'essai. Dans le cas d'une mesure par ampère-heure-mètre, l'intégration doit rester active tout au long de l'essai jusqu'à la fin de celui-ci.
- Au redémarrage après la stabilisation, le véhicule doit fonctionner selon le mode sélectionnable par le conducteur requis.
- 3.2.4.3.3 Par dérogation à l'article 5.3.1 de l'annexe 5 et sans préjudice du paragraphe 5.3.1.3, les analyseurs peuvent être calibrés et mis à zéro avant et après l'essai d'épuisement de la charge.
- 3.2.4.4 Fin de l'essai d'épuisement de la charge
- On considère que l'essai d'épuisement de la charge est terminé à la fin du cycle WLTC n (défini comme le cycle de transition) lorsque les critères de déconnexion automatique sont remplis pour la première fois lors du cycle n + 1.
- 3.2.4.4.1 Pour les véhicules qui n'ont pas de capacité de maintien de charge pendant le cycle WLTC complet, la fin de l'essai est signalée par l'instruction d'arrêter le véhicule affichée sur le tableau de bord de série, ou lorsque le véhicule s'écarte pendant 4 s ou plus de la marge de tolérance de conduite prescrite. La commande d'accélérateur doit être désactivée. Le véhicule doit être immobilisé par freinage dans les 60 s.
- 3.2.4.5 Critères de déconnexion automatique
- 3.2.4.5.1 Les critères de déconnexion automatique pour l'essai d'épuisement de la charge sont remplis lorsque la variation énergétique nette relative (NEC) est inférieure à 4 %, comme l'illustre l'équation ci-dessous.

$$NEC(\%) = \left( \frac{RCB \times \text{no min al REESS voltage}}{\text{cycle energy demand, test vehicle}} \times 100 \right) < 4 \%$$

Où:

NEC est la variation énergétique nette (VEN), en %;

RCB est le bilan de charge du SRSEE, en Ah.

- 3.2.4.6 Recharge du SRSEE et mesure de la consommation électrique

Le véhicule doit être connecté au réseau dans les 120 min suivant la fin de l'essai d'épuisement de la charge de type 1. L'appareil de mesure de la consommation d'énergie, placé en amont du chargeur du véhicule,

doit mesurer l'énergie de charge E, fournie par le réseau, ainsi que sa durée. On peut arrêter la mesure de l'énergie lorsque le niveau de charge suivant l'essai d'épuisement de la charge et de maintien de la charge est au moins égal au niveau de charge mesuré avant le test d'épuisement de la charge. La charge peut être déterminée au moyen d'instruments externes ou embarqués.

- 3.2.4.7 Chacun des cycles WLTC complets inclus dans l'essai d'épuisement de la charge doit satisfaire aux limites d'émissions d'échappement.
- 3.2.5 Essai de maintien de la charge non suivi d'un essai d'épuisement de la charge
- 3.2.5.1 Préconditionnement
- Le véhicule sera préparé conformément aux procédures décrites dans le paragraphe 2.1 de l'appendice 4 à la présente annexe.
- 3.2.5.2 Conditions d'essai
- 3.2.5.2.1 Les essais doivent être exécutés avec le véhicule fonctionnant dans des conditions de maintien de la charge dans lesquelles l'énergie stockée dans le SRSEE peut fluctuer mais, en moyenne, est maintenue à un niveau du bilan de charge neutre pendant que le véhicule roule.
- 3.2.5.2.2 Pour les véhicules équipés d'un mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur, l'essai de maintien de la charge doit être exécuté sur le mode hybride à bilan de charge neutre qui correspond le mieux à la courbe de référence.
- 3.2.5.2.3 Si les prescriptions concernant l'équilibre du bilan de charge ne sont pas remplies, les valeurs de l'essai de maintien de la charge, de la consommation de CO<sub>2</sub> et de carburant doivent être rectifiées conformément à l'appendice 2 à la présente annexe.
- 3.2.5.2.4 On trouvera dans les appendices 1a et 1b le profil du niveau de charge du SRSEE au cours de différentes étapes de l'essai de type 1.
- 3.2.5.2.5 À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité d'homologation, le constructeur peut fixer le niveau de départ de la charge du SRSEE de traction pour l'essai de maintien de la charge.
- 3.2.5.3 Procédure d'essai de type 1
- 3.2.5.3.1 En application des dispositions du paragraphe 4.2.1 de la présente annexe, les résultats des émissions de CO<sub>2</sub>, et de consommation de carburant doivent être corrigés en fonction des critères BCS comme décrit dans l'appendice 2 à la présente annexe.
- 3.2.5.3.2 L'essai de maintien de la charge doit satisfaire aux limites d'émissions d'échappement applicables.
- 3.2.5.4 Recharge et mesure de la consommation d'énergie électrique du SRSEE
- Le véhicule doit être connecté au secteur dans les 120 min suivant la conclusion de l'essai de maintien de la charge de type 1. L'équipement de mesure de l'énergie, placé en amont du chargeur du véhicule, doit mesurer l'énergie de charge (Extérieure), fournie par le secteur, ainsi que sa durée. La mesure de l'énergie électrique peut être arrêtée lorsque la charge suivant l'essai en mode maintien de la charge et en mode épuisement de la charge est au moins égale à la charge mesurée avant l'essai en mode épuisement de la charge. L'état de charge doit être déterminé au moyen d'instruments externes ou embarqués.

- 3.2.6 Essai d'épuisement de la charge suivi d'un essai de maintien de la charge
- 3.2.6.1 Les procédures d'essai d'épuisement de la charge prescrites dans les paragraphes 3.2.4.1 à 3.2.4.5 inclus de la présente annexe doivent être appliquées.
- 3.2.6.2 Les procédures d'essai de maintien de la charge prescrites dans les paragraphes 3.2.5.1 à 3.2.5.4 inclus (à l'exception du paragraphe 3.2.5.2.5) de la présente annexe doivent ensuite être appliquées.
- 3.2.7 Essai de maintien de la charge suivi d'un essai d'épuisement de la charge
- 3.2.7.1 Les procédures d'essai de maintien de la charge prescrites dans les paragraphes 3.2.5.1 à 3.2.5.4 inclus de la présente annexe doivent être suivies.
- 3.2.7.2 Les procédures d'essai d'épuisement de la charge prescrites dans les paragraphes 3.2.4.3 à 3.2.5.4 de la présente annexe devront ensuite être appliquées.
- 3.2.8 Demande énergétique sur le cycle
- 3.2.8.1 La demande énergétique sur le cycle du véhicule d'essai devra être calculée conformément aux prescriptions du paragraphe 5 de l'annexe 7.
- 3.2.9 Mesure de l'autonomie en mode électrique pur
- 3.2.9.1 La procédure d'essai d'épuisement de la charge prescrite dans le paragraphe 3.2.4 de la présente annexe s'applique à la mesure de l'autonomie en mode électrique pur.
- 3.2.9.2 Autonomie en mode électrique pur (AMEP, AMEP cycle urbain)
- 3.2.9.2.1 La distance totale parcourue au cours des cycles d'essai depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge jusqu'au moment où le moteur à combustion commence à consommer du carburant doit être mesurée.
- 3.2.9.3 Autonomie équivalente en mode électrique pur (AEME, AEME cycle urbain)
- 3.2.9.3.1 L'autonomie doit être calculée conformément aux prescriptions du paragraphe 4.4.1.2 ci-dessous.
- 3.2.9.5 Autonomie réelle sur le mode épuisement de la charge (RCDC, RCDC cycle urbain)
- 3.2.9.5.1 La distance parcourue depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge jusqu'à la fin du dernier cycle précédant le ou les cycles répondant aux critères de déconnexion automatique doit être mesurée. Celle-ci doit comprendre la distance parcourue au cours du cycle de transition où le véhicule fonctionne également en mode de maintien de la charge et d'épuisement de la charge. Lorsque l'essai d'épuisement de la charge prévoit une plage de transition, la mesure de  $R_{cdc}$  doit tenir compte de ce ou ces cycles de transition.
- 3.2.9.6 Autonomie réelle en mode épuisement de la charge (RCDA, RCDA cycle urbain)
- 3.2.9.6.1 L'autonomie doit être calculée conformément aux dispositions du paragraphe 4.4.1.4 ci-dessous.

- 3.3 VEH-NRE, équipé ou non d'un mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur
- 3.3.1 Conditionnement du véhicule et du SRSEE
- 3.3.1.1 Par ailleurs, à la demande du fabricant, le niveau de charge du SRSEE de traction pour l'essai de maintien de la charge peut être fixé selon les recommandations du constructeur de manière à obtenir un bilan de charge neutre pendant l'essai de maintien de la charge.
- 3.3.2 Essai de type 1
- 3.3.2.1 Les véhicules visés doivent être soumis aux essais prescrits à l'annexe 6, sous réserve des modifications apportées par la présente annexe.
- 3.3.2.2 Dans les conditions prescrites au paragraphe 4.2.2 de la présente annexe, les résultats des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant doivent être corrigés au moyen de la correction BCS décrite à l'appendice 2 à la présente annexe.
- 3.4 VEP, avec ou sans mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur
- 3.4.1 Dispositions générales
- 3.4.1.1 La séquence d'essai pour la détermination de l'autonomie en mode électrique pur (AMEP et AMEP cycle urbain) décrite au paragraphe 3.2.9.2 ci-dessus pour les VEH-RE s'applique sous réserve de modifications apportées par la présente annexe.
- 3.4.1.2 La distance totale parcourue du début de l'essai d'épuisement de la charge jusqu'à ce que le critère de déconnexion soit atteint doit être enregistrée.
- 3.4.2 Essai
- 3.4.2.1 Lorsque le véhicule est équipé d'un mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur, l'essai d'épuisement de la charge doit être exécuté selon le mode de consommation d'énergie électrique qui suit le mieux la courbe de vitesse.
- 3.4.2.2 La mesure de l'autonomie en mode électrique pur (AMEP) et de la consommation d'énergie électrique doivent être effectuées au cours du même essai.
- 3.4.2.3 Essai d'autonomie en mode électrique pur
- 3.4.2.3.1 La méthode d'essai doit comprendre les étapes suivantes:
- a) Charge initiale du SRSEE de traction;
  - b) Exécution de cycles WLTC consécutifs jusqu'à ce que les critères de déconnexion soient atteints et mesure de l'AMEP;
  - c) Recharge du SRSEE de traction et mesure de la consommation d'énergie électrique.
- 3.4.2.3.1.1 L'essai d'autonomie en mode électrique pur doit être exécuté avec un SRSEE de traction complètement chargé conformément aux prescriptions relatives à la charge énoncées dans le paragraphe 3 de l'appendice 4 à la présente annexe.
- 3.4.2.3.1.2 Les cycles WLTC doivent être exécutés et la distance parcourue en mode électrique pur (AMEP) doit être mesurée.

- [3.4.2.3.1.3 L'essai prend fin lorsque les critères de déconnexion automatique ont été atteints.

Les critères de déconnexion automatique sont atteints lorsque le véhicule s'écarte pendant 4 s ou plus de la marge de tolérance sur le cycle prescrite. La commande d'accélérateur doit être désactivée. Le véhicule doit être immobilisé par freinage dans les 60 s.]

- 3.4.2.3.1.4 Le véhicule doit être connecté au réseau dans les 120 min suivant la fin de la mesure de l'autonomie en mode électrique pur (AMEP). L'appareil de mesure de l'énergie, placé en amont du chargeur du véhicule, doit mesurer l'énergie de charge E fournie par le réseau, ainsi que sa durée. On peut arrêter de mesurer l'énergie électrique lorsque la charge suivant l'essai EC/MC est au moins égale à la charge mesurée avant l'essai EC. La charge peut être déterminée au moyen d'instruments externes ou embarqués.

- 3.4.2.4 Essai d'autonomie en mode électrique pur en cycle urbain (AMEP cycle urbain)

- 3.4.2.4.1 La méthode d'essai doit comprendre les étapes suivantes:

- a) Charge initiale du SRSEE de traction;
- b) Exécution de cycles urbains WLTC consécutifs jusqu'à ce que les critères de déconnexion soient atteints et mesure de l'AMEP;
- c) Recharge du SRSEE de traction et mesure de la consommation d'énergie électrique.

- 3.4.2.4.1.1 La procédure de charge initiale du SRSEE de traction doit commencer par une charge normale et les critères de fin de charge doivent être comme définis dans le paragraphe 3.4.2.3.1.3 ci-dessus.

- 3.4.2.4.1.2 Les cycles urbains doivent être exécutés et la distance effectuée en mode électrique pur en circulation urbaine (AMEP cycle urbain) doit être mesurée.

- 3.4.2.4.1.3 L'essai est terminé lorsque les critères de déconnexion automatique sont atteints conformément au paragraphe 3.4.2.3.1.3 ci-dessus.

## 4. Calculs

### 4.1 Calculs des polluants émis

Les gaz d'échappement doivent être analysés conformément à l'annexe 6. Toutes les équations s'appliquent aux essais des cycles WLTC et WLTC urbains.

#### 4.1.1 VEH-RE avec et sans sélecteur de mode de fonctionnement

##### 4.1.1.1 Émissions en mode épuisement de la charge

Le niveau de composés polluants émis en mode épuisement de la charge doit être calculé comme suit:

$$M_{i,CD} = \frac{\sum_{j=1}^k (UF_j * M_{i,CD,j})}{\sum_{j=1}^k UF_j};$$

Où:

$M_{i,CD,j}$  est la masse de polluants émis au cours de la  $j^{\circ}$  phase, en mg/km;

$i$  est le composé polluant émis;

$UF_j$  est le facteur d'utilisation partiel de la  $j^{\circ}$  phase;

- j est le numéro d'ordre des phases jusqu'à la fin du cycle de transition n;
- k est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition n.
- 4.1.1.2 Émissions en mode maintien de la charge
- 4.1.1.2.1 Le calcul de correction en fonction du bilan de charge n'est pas requis pour la détermination des émissions de composés.
- 4.1.1.3 Émissions pondérées de composés
- Le calcul des émissions pondérées de composés à partir des résultats des essais d'épuisement de la charge et de maintien de la charge s'effectue au moyen de l'équation ci-dessous:

$$M_{i,\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j * M_{i,\text{CD},j}) + \left( 1 - \sum_{j=1}^k UF_j \right) * M_{i,\text{CS}} ;$$

Où:

- $M_{i,\text{weighted}}$  sont les émissions d'échappement de chaque polluant pondérées par le facteur d'utilisation, en mg/km;
- i est le composé polluant émis;
- $UF_j$  est le facteur d'utilisation partiel de la j<sup>e</sup> phase;
- $M_{i,\text{CD},j}$  sont les émissions massiques de polluant mesurées lors de la j<sup>e</sup> phase d'épuisement de la charge, en mg/km;
- $M_{i,\text{CS}}$  sont les émissions massiques de polluant mesurées lors de l'essai de maintien de la phase décrit dans le paragraphe 3.2.5, en mg/km;
- j est le numéro d'ordre des phases jusqu'à la fin du cycle de transition n;
- k est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition n.
- 4.1.2 VEH-NRE avec et sans mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur
- 4.1.2.1 Les émissions d'échappement doivent être calculées conformément aux prescriptions énoncées dans l'annexe 7 pour les véhicules conventionnels.
- 4.1.2.2 Le calcul de correction en fonction du bilan de charge n'est pas requis pour la détermination des émissions de composés.
- 4.2 Calculs de la consommation de CO<sub>2</sub> et de carburant
- Les gaz d'échappement doivent être analysés conformément aux prescriptions de l'annexe 6.
- 4.2.1 VEH-RE avec et sans sélecteur de mode de fonctionnement
- Toutes les équations s'appliquent aux essais du cycle WLTC et du cycle urbain WLTC.

4.2.1.1 Émissions de CO<sub>2</sub> en mode épuisement de la charge

Les valeurs de CO<sub>2</sub> en mode épuisement de la charge doivent être calculées comme suit:

$$CO_{2,CD} = \sum_{j=1}^k (UF_j * CO_{2,CD,j}) / \sum_{j=1}^k UF_j ;$$

Où:

CO<sub>2,CD</sub> est la masse d'émissions de CO<sub>2</sub> en mode épuisement de la charge pondérée par le facteur d'utilisation, en g/km;

CO<sub>2,CD,j</sub> sont les émissions de CO<sub>2</sub> mesurées lors de la j<sup>e</sup> phase d'épuisement de la charge, en g/km;

UF<sub>j</sub> le facteur d'utilisation spécifique au cycle d'essai et à la phase, conformément à l'appendice 5 à la présente annexe;

j est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin du cycle de transition n;

k est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition n.

## 4.2.1.2 Consommation de carburant en mode épuisement de la charge

Les valeurs de consommation de carburant en mode épuisement de la charge sont calculées comme suit:

$$FC_{CD} = \sum_{j=1}^k (UF_j * FC_{CD,j}) / \sum_{j=1}^k UF_j ;$$

Où:

FC<sub>CD</sub> est la consommation de carburant pondérée par le facteur d'utilisation en mode épuisement de la charge, en l/100 km;

FC<sub>CD,j</sub> est la consommation de carburant mesurée au cours de la j<sup>e</sup> phase d'épuisement de la charge, en l/100 km;

UF<sub>j</sub> le facteur d'utilisation spécifique au cycle d'essai et à la phase, conformément à l'appendice 2 à la présente annexe;

j est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin du cycle de transition n;

k est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition n.

4.2.1.3 Consommation de carburant et émissions de CO<sub>2</sub> en mode maintien de la charge

## 4.2.1.3.1 Correction des résultats de l'essai en fonction du bilan de charge du SRSEE

Les valeurs corrigées CO<sub>2,CS,corrected</sub> et FC<sub>CS,corrected</sub> doivent correspondre à un bilan électrique égal à zéro (RCB = 0), et doivent être déterminées conformément à l'appendice 2 à la présente annexe.

## 4.2.1.3.2 Le bilan électrique, mesuré selon la procédure définie dans l'appendice 3 à la présente annexe, est utilisé comme mesure de la différence du contenu énergétique du SRSEE du véhicule entre le début et la fin du cycle. Le bilan électrique doit être déterminé pour le cycle WLTC exécuté.

4.2.1.3.3 Les valeurs non corrigées de CO<sub>2,CS</sub> et FC<sub>CS</sub> seront prises comme résultats d'essai dans les cas suivants:

- a) Si le constructeur peut prouver qu'il n'y a pas de relation entre le bilan énergétique du SRSEE et la consommation de carburant;
- b) Le facteur ΔE<sub>REESS</sub> tel que calculé d'après le résultat d'essai correspond à la recharge du SRSEE;
- c) Le facteur ΔE<sub>REESS</sub> calculé d'après le résultat d'essai correspond à la décharge du SRSEE. ΔE<sub>REESS</sub> exprimé en pourcentage du contenu énergétique du carburant consommé au cours du cycle, est calculé au moyen de l'équation ci-dessous:

$$\Delta E_{REESS} = \frac{0,0036 \times RCB \times V_{REESS}}{E_{Fuel}} \times 100 ;$$

Où:

ΔE<sub>REESS</sub> est la variation du contenu énergétique du SRSEE, en %;

V<sub>REESS</sub> est la tension nominale du SRSEE, en V;

RCB est le bilan de charge du SRSEE sur l'ensemble du cycle, en Ah;

E<sub>Fuel</sub> est le contenu énergétique du carburant consommé, en Wh.

ΔE<sub>REESS</sub> est inférieur aux critères de correction en fonction du BCS, conformément à l'équation ci-dessous et au tableau A8/4:

$$\Delta E_{REESS} \leq RCB \text{ correction criteria .}$$

Tableau A8/4

**Critères de correction en fonction du BCS**

Cycle	WLTC cycle urbain (Phase basse + Phase moyenne)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute + Phase extra haute)
Critères de correction en fonction du BCS (%)	1,5	1	0,5

4.2.1.3.4 Lorsqu'il faut corriger les valeurs de mesure du CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant en fonction du BCS, la procédure décrite dans l'appendice 2 à la présente annexe est applicable.

4.2.1.4 Émissions de CO<sub>2</sub> pondérées

Le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> pondérées à partir des résultats des essais d'épuisement de la charge et de maintien de la charge s'effectue au moyen de l'équation ci-dessous:

$$CO_{2,weighted} = \sum_{j=1}^k (UF_j * CO_{2,CD,j}) + \left( 1 - \sum_{j=1}^k UF_j \right) * CO_{2,CS} ;$$

Où:

CO<sub>2,weighted</sub> sont les émissions de CO<sub>2</sub> pondérées par le facteur d'utilisation, en g/km;

$UF_j$	est le facteur d'utilisation partiel de la $j^{\text{e}}$ phase;
$CO_{2,CD,j}$	sont les émissions de $CO_2$ mesurées lors de la $j^{\text{e}}$ phase d'épuisement de la charge, en g/km;
$CO_{2,CS}$	sont les émissions de $CO_2$ pour l'essai de maintien de la charge conformément au paragraphe 4.1.1.3 ci-dessus, en g/km;
$j$	est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin du cycle de transition $n$ ;
$k$	est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition $n$ .

#### 4.2.1.5 Calcul de la consommation de carburant pondérée

Le calcul de la consommation de carburant pondérée à partir des résultats des essais d'épuisement de la charge et de maintien de la charge s'effectue au moyen de l'équation ci-dessous:

$$FC_{\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j * FC_{CD,j}) + (1 - \sum_{j=1}^k UF_j) * FC_{CS};$$

Où:

$FC_{\text{weighted}}$	est la consommation de carburant pondérée par le facteur d'utilisation, en l/100 km;
$UF_j$	est le facteur d'utilisation partiel de la $j^{\text{e}}$ phase;
$FC_{CD,j}$	est la consommation de carburant mesurée lors de la $j^{\text{e}}$ phase d'épuisement de la charge, en l/100 km;
$FC_{CS}$	est la consommation de carburant mesurée lors de l'essai de maintien de la charge, conformément au paragraphe 4.1.1.3 ci-dessus, en l/100 km;
$j$	est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin du cycle de transition $n$ ;
$k$	est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition $n$ .

#### 4.2.2 VEH-NRE avec ou sans mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur

4.2.2.1 Les gaz d'échappement doivent être analysés conformément aux prescriptions de l'annexe 6.

4.2.2.2 La consommation de carburant et les émissions de  $CO_2$  en mode maintien de la charge doivent être calculées conformément aux prescriptions du paragraphe 4.2.1.3 de la présente annexe.

#### 4.2.2.3 Correction des résultats de l'essai en fonction du bilan de charge du SRSEE

Les valeurs corrigées  $CO_{2,CS,corrected}$  et  $FC_{CS,corrected}$  doivent correspondre à un bilan électrique égal à zéro ( $RCB = 0$ ), et doivent être déterminées conformément aux prescriptions de l'appendice 2 à la présente annexe.

Tous les SRSEE installés doivent être pris en compte pour la correction des valeurs de  $CO_2$  et de consommation de carburant en fonction du BCS. La somme des  $\Delta E_{REESS}$  est la somme des  $RCB(i)$  multipliée par la tension nominale respective ( $i$ ) de tous les SRSEE.

4.2.2.3.1 Le bilan électrique, mesuré selon la procédure spécifiée dans l'appendice 3 à la présente annexe, est utilisé comme mesure de la différence du contenu énergétique du véhicule équipé d'un SRSEE entre le début et la fin du cycle. Le bilan électrique doit être déterminé pour le cycle WLTC.

4.2.2.3.2 Les valeurs non corrigées de CO<sub>2,CS</sub> et FC<sub>CS</sub> seront prises comme résultats d'essai dans les cas suivants:

- a) Si le constructeur peut prouver qu'il n'y a pas de relation entre le bilan énergétique du SRSEE et la consommation de carburant;
- b) Si le facteur ΔE<sub>REESS</sub> tel que calculé d'après le résultat d'essai correspond à la recharge du SRSEE;
- c) Si le facteur ΔE<sub>REESS</sub> calculé d'après le résultat de l'essai correspond à la décharge du SRSEE. ΔE<sub>REESS</sub>, exprimé en pourcentage du contenu énergétique du carburant consommé au cours du cycle, est calculé au moyen de l'équation ci-dessous:

$$\Delta E_{REESS} = \frac{0,0036 \times \sum_{i=1}^z (RCB_i \times V_{REESSi})}{E_{Fuel}} \times 100;$$

Où:

V<sub>REESSi</sub> est la tension nominale du SRSEE pour le i<sup>e</sup> SRSEE, en V;

RCB<sub>i</sub> est le bilan de charge pour l'ensemble du cycle pour le i<sup>e</sup> SRSEE, en Ah;

E<sub>fuel</sub> est le contenu énergétique du carburant consommé, en MJ;

i numéro d'ordre du SRSEE;

z nombre de SRSEE installés.

ΔE<sub>REESS</sub> est inférieur aux critères de correction en fonction du BCS, conformément à l'équation ci-dessous et au tableau A8/5:

$$\Delta E_{REESS} \leq RCB \text{ correction criteria .}$$

Tableau A8/5

**Critères de correction en fonction du BCS**

Cycle	WLTC cycle urbain (Phase basse + Phase moyenne)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute)	WLTC (Phase basse + Phase moyenne + Phase haute + Phase extra haute)
Critères de correction en fonction du BCS (%)	1,5	1	0,5

4.2.2.3.3 Pour la correction des valeurs de mesure du CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant en fonction du BCS, la procédure décrite dans l'appendice 2 à la présente annexe est applicable.

## 4.3 Calculs de la consommation d'énergie électrique

## 4.3.1 VEH-RE

4.3.1.1 La consommation d'énergie électrique CA totale pondérée en fonction du facteur d'utilisation, compte tenu des pertes de charge, est calculée au moyen des équations suivantes:

$$EC_{\text{weighted}} = \sum_{j=1}^k (UF_j * EC_{CD,j});$$

$$EC_{CD,j} = \frac{RCB_j}{D_j * \sum_{j=1}^k RCB_j} * E_{AC};$$

Où:

$EC_{\text{weighted}}$  est la consommation la consommation d'énergie totale pondérée en fonction du facteur d'utilisation, en Wh/km;

$UF_j$  est le facteur d'utilisation spécifique au cycle d'essai et à la phase particulière conformément à l'appendice 5 à la présente annexe;

$EC_{CD,j}$  est la fraction calculée d' $E_{AC}$  utilisée lors de la  $j^{\circ}$  phase au cours de l'essai en mode épuisement de la charge, en Wh/km;

$RCB_j$  est le bilan de charge du SRSEE de traction lors de la  $j^{\circ}$  phase au cours de l'essai d'épuisement de la charge, en Ah;

$D_j$  est la distance parcourue lors de la  $j^{\circ}$  phase au cours de l'essai d'épuisement de la charge, en km;

$E_{AC}$  est l'énergie électrique rechargée depuis le secteur, en Wh;

$j$  est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin de chaque cycle de transition  $n$ ;

$k$  est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition  $n$ .

## 4.3.1.2 Consommation d'énergie électrique, compte tenu des pertes de charge

4.3.1.2.1 L'énergie électrique extérieure rechargée, en Wh, et les mesures du temps de charge doivent être enregistrées.

4.3.1.2.2 La consommation d'énergie électrique CE (EC) est donnée par l'équation suivante:

$$EC = E_{AC} / EAER ;$$

Où:

$EC$  est la consommation d'énergie électrique, en Wh/km;

$E_{AC}$  est l'énergie électrique rechargée depuis le secteur, en Wh;

$EAER$  est l'autonomie équivalente en mode électrique pur (AEMEP), conformément aux dispositions du paragraphe 4.4.1.3 ci-dessous, en km.

- 4.3.1.3 Consommation d'énergie électrique CA en mode épuisement de la charge, compte tenu des pertes de charge

$$EC_{CD} = \frac{EC_{\text{weighted}}}{\sum_{j=1}^k UF_j} ;$$

Où:

$EC_{\text{weighted}}$  est la consommation d'énergie électrique, en Wh/km;

$EC_{CD}$  est l'énergie électrique rechargée depuis le réseau électrique compte tenu des pertes de charge, en Wh;

$UF_j$  est le facteur d'utilisation spécifique au cycle d'essai et à la phase particulière conformément à l'appendice 5 à la présente annexe;

$j$  est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin de chaque cycle de transition  $n$ ;

$k$  est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition  $n$ .

- 4.3.2 Véhicule électrique pur (VEP)

- 4.3.2.1 L'énergie électrique rechargée depuis une source extérieure, en Wh et les mesures du temps de charge doivent être enregistrées.

- 4.3.2.2 La consommation d'énergie électrique CE compte tenu des pertes de charge est définie par l'équation suivante:

$$EC = E_{AC} / AER ;$$

Où:

$EC$  est la consommation d'énergie électrique (CE), en Wh/km;

$E_{AC}$  est l'énergie électrique rechargée depuis le secteur, en Wh;

$AER$  est l'autonomie en mode électrique pur (AMEP) telle que définie dans le paragraphe 3 du présent RTM.

- 4.4 Autonomie électrique

- 4.4.1 VEH-RE

Toutes les équations s'appliquent aux essais du cycle WLTC et du cycle urbain WLTC.

- 4.4.1.1 Autonomie en mode électrique pur (AMEP)

La distance parcourue au cours de cycles WLTC consécutifs sur l'énergie fournie uniquement par le SRSEE jusqu'à ce que le moteur à combustion commence à consommer du carburant pour la première fois doit être mesurée et la valeur arrondie au nombre entier le plus proche.

- 4.4.1.2 Autonomie équivalente en mode électrique pur (AEMEP)

- 4.4.1.2.1 L'AEMEP est calculée comme suit:

$$EAER = \left( \frac{CO_{2,CS} - CO_{2,CDavg}}{CO_{2,CS}} \right) * R_{cde} ;$$

Où:

$$CO_{2,CD,avg} = \frac{\sum_{j=1}^k CO_{2,CD,j}}{\sum_{j=1}^k D_j};$$

Et:

- EAER est l'autonomie équivalente en mode électrique pur (AEMEP), en km;
- $CO_{2,CS}$  sont les émissions de  $CO_2$  au cours de l'essai de maintien de la charge, en g/km;
- $CO_{2,CD,j}$  sont les émissions de  $CO_2$  lors de la  $j^e$  phase au cours de l'essai d'épuisement de la charge, en g;
- $D_j$  est la distance parcourue lors de la  $j^e$  phase au cours de l'essai d'épuisement de la charge, en km;
- $R_{cdc}$  est l'autonomie sur le cycle d'épuisement de la charge, en km;
- $j$  est le numéro d'ordre de chaque phase jusqu'à la fin du cycle de transition  $n$ ;
- $k$  est le nombre de phases exécutées jusqu'à la fin du cycle de transition  $n$ .

#### 4.4.1.3 Autonomie sur le cycle d'épuisement de la charge ( $R_{cdc}$ )

La distance parcourue depuis le début de l'essai d'épuisement de la charge jusqu'à la fin du dernier cycle précédant le ou les cycles répondant aux critères de déconnexion automatique doit être mesurée. Celle-ci doit comprendre la distance parcourue au cours du cycle de transition où le véhicule fonctionne également en mode maintien de la charge et en mode épuisement de la charge. Lorsque l'essai d'épuisement de la charge prévoit une plage de transition, la mesure de  $R_{cdc}$  doit tenir compte de ce ou ces cycles de transition.

#### 4.4.1.4 Autonomie réelle sur le cycle d'épuisement de la charge ( $R_{cda}$ )

$$R_{cda} = \sum_{j=1}^{n-1} D_{j,cycle} + \left( \frac{CO_{2,CS} - CO_{2,n,cycle}}{CO_{2,CS} - CO_{2,CD,average,n-1}} \right) \times D_n;$$

Où:

- $R_{cda}$  est l'autonomie réelle en mode épuisement de la charge, en km;
- $CO_{2,CS}$  sont les émissions de  $CO_2$  au cours de l'essai de maintien de la charge, en g/km;
- $CO_{2,n,cycle}$  sont les émissions de  $CO_2$  sur le  $n^e$  cycle d'essai en conditions d'épuisement de la charge, en g/km;
- $CO_{2,CD,average,n-1}$  sont les émissions de  $CO_2$  moyennes en conditions d'épuisement de la charge jusqu'au cycle d'essai  $n-1^{th}$ , en g/km;
- $D_{j,cycle}$  est la distance parcourue au cours du  $j^e$  cycle d'essai, en km;

$D_n$	est la distance d'essai parcourue au cours du n <sup>e</sup> cycle d'essai en conditions d'épuisement de la charge, en km;
j	est le numéro d'ordre de chaque cycle entier jusqu'à la fin du cycle de transition n;
n	est le nombre de cycles entiers parcourus, en incluant le cycle de transition n.

#### 4.4.2 VEP

##### 4.4.2.1 Autonomie en mode électrique pur (AMEP)

La distance parcourue au cours de cycles WLTC consécutifs jusqu'à ce que le critère de déconnexion automatique soit atteint doit être mesurée et la valeur arrondie au nombre entier le plus proche conformément au paragraphe 3.4.2.4.1.3 ci-dessus.

##### 4.4.2.2 Autonomie en mode électrique pur en circulation urbaine, AMEP cycle urbain

La distance parcourue au cours de cycles WLTC urbains consécutifs jusqu'à ce que le critère de déconnexion automatique soit atteint doit être mesurée et la valeur arrondie au nombre entier le plus proche conformément au paragraphe 3.4.2.3.1.3 ci-dessus.

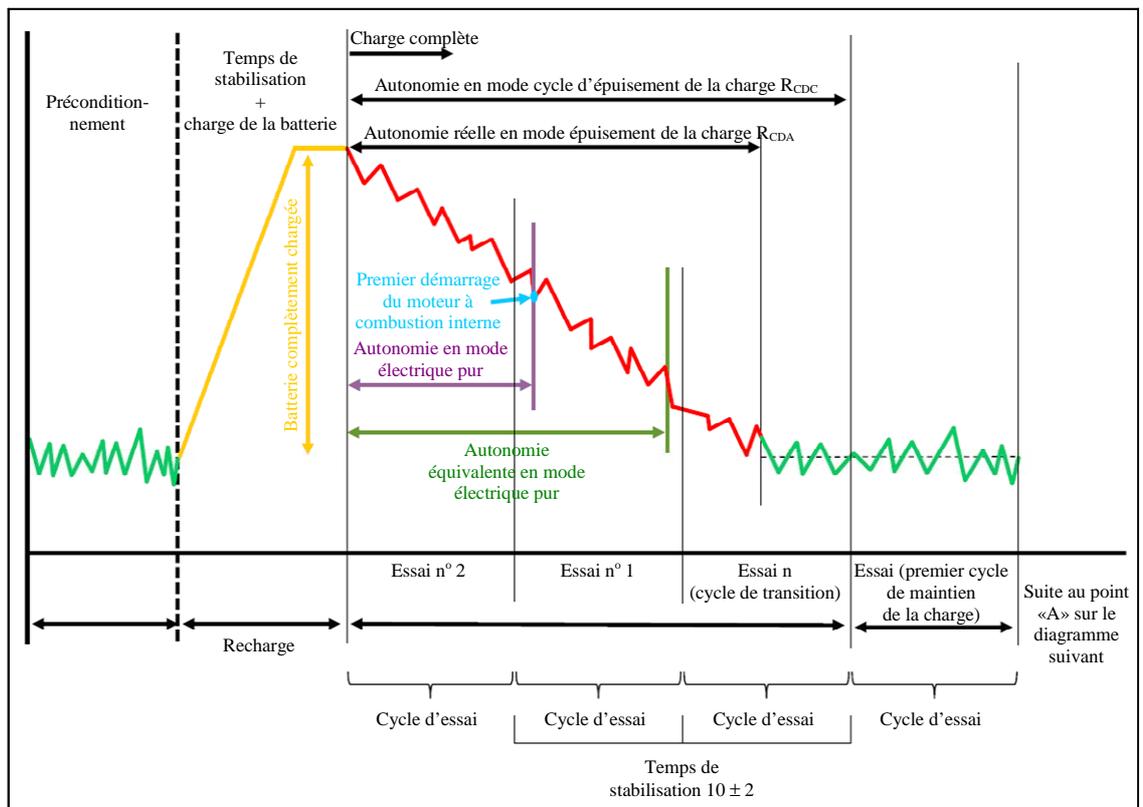
[Reservé: Approche combinée]

## Annexe 8 – Appendice 1a

### Profil de la variation du BCS sur un VEH-RE au cours des essais d'épuisement de la charge et de maintien de la charge

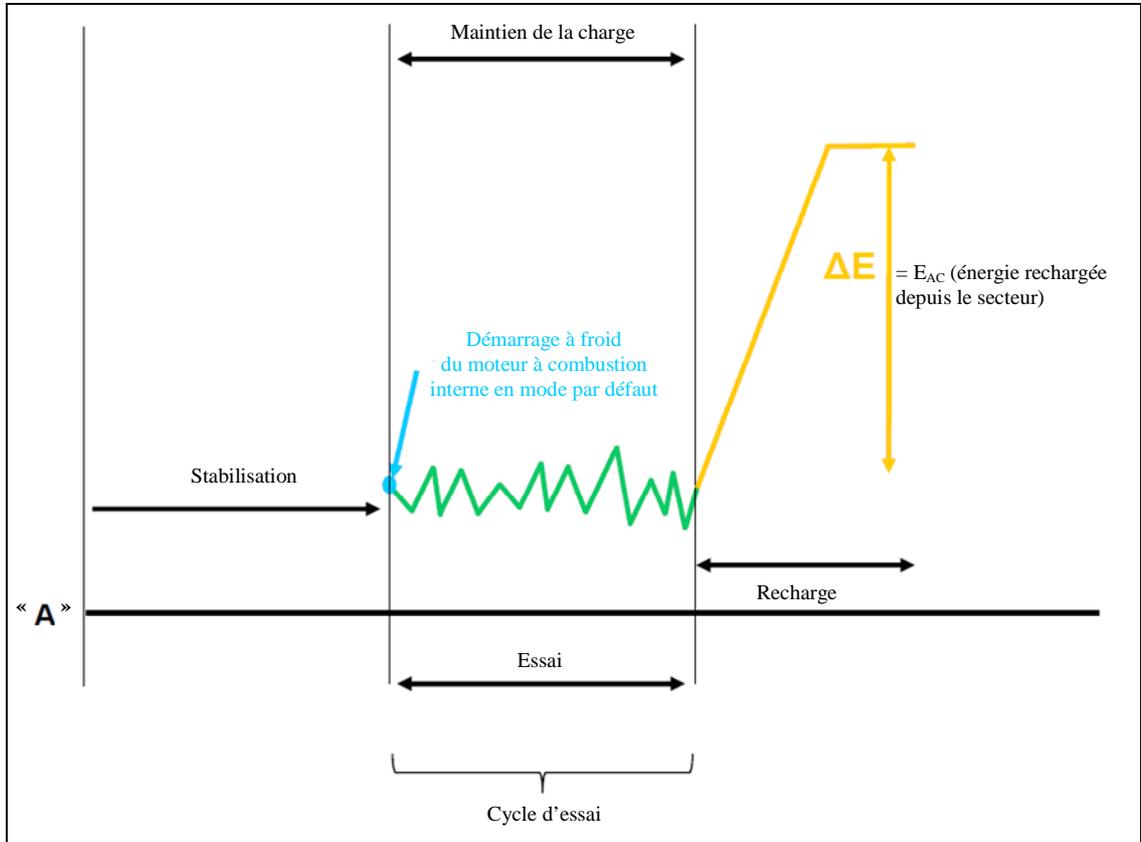
1. Profil de la variation du BCS d'un VEH-RE au cours d'un essai d'épuisement de la charge (fig. A8.App1a/1) puis d'un essai de maintien de la charge (fig. A8.App1a/2)

Figure A8.App1a/1  
VEH-RE, essai d'épuisement de la charge



2. Profil de la variation du BCS sur un VEH-RE au cours d'un essai de maintien de la charge (fig. A8.App1a/2) faisant suite à un essai d'épuisement de la charge (fig. A8.App1a/1)

Figure A8.App1a/2  
**VEH-RE, essai de maintien de la charge**

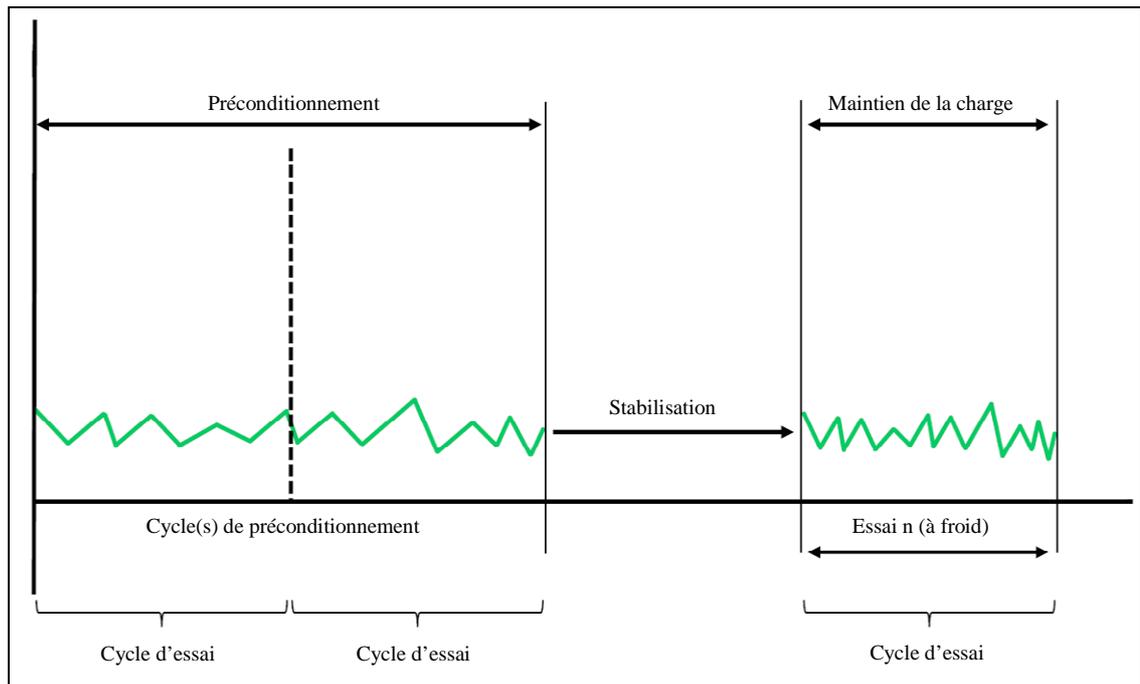


## Annexe 8 – Appendice 1b

### Profil de la variation du BCS sur un VEH-RE au cours d'un essai de maintien de la charge

1. Profil de la variation du BCS sur un VEH-RE au cours d'un essai de maintien de la charge (fig. A8.App1b/1)

Figure A8.App1b/1  
VEH-RE, essai de maintien de la charge



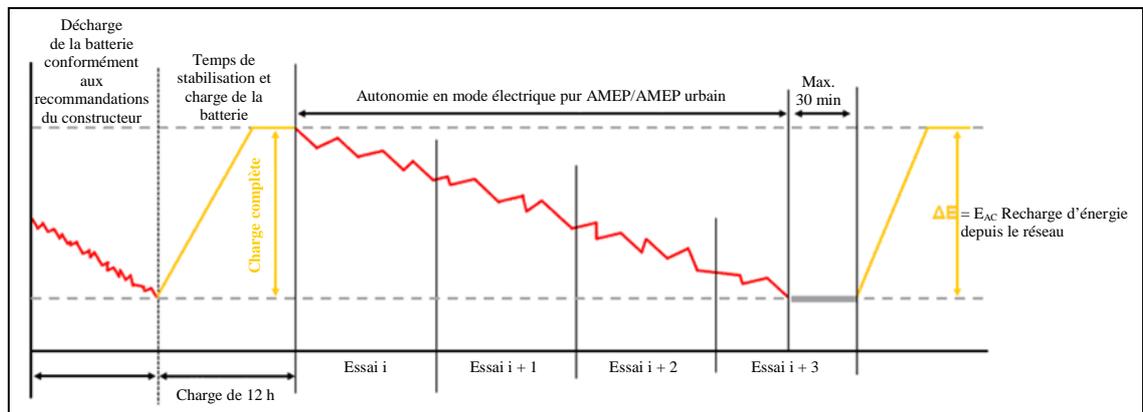
## Annexe 8 – Appendice 1c

### Profil de la variation du BCS sur un VEP au cours d'un essai d'autonomie électrique et de consommation d'énergie électrique

1. Profil de la variation du BCS sur un VEP au cours d'un essai d'autonomie électrique et de consommation d'énergie électrique (fig. A8.App1c/1)

Figure A8.App1c/1

#### Profil de la variation du BCS sur un VEP au cours d'un essai d'autonomie électrique et de consommation d'énergie électrique



## Annexe 8 – Appendice 2

### Corrections en fonction du bilan de charge du SRSEE (BCS)

1. Le présent appendice décrit la procédure d'essai pour les corrections des résultats de la mesure des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant en fonction du bilan de charge du SRSEE lors des essais exécutés sur les véhicules VEH-NRE et VEH-RE.
  - 1.1 Des coefficients de correction des émissions de CO<sub>2</sub> et de la consommation de carburant doivent être calculés séparément pour chaque phase du cycle et remis à zéro à chaque phase du cycle WLTC.
  - 1.2 Le présent appendice s'appliquera aux mesures du cycle WLTC ainsi qu'aux mesures du cycle WLTC urbain.
2. Les coefficients de correction de la consommation de carburant ( $K_{\text{fuel}}$ ) sont définis par le constructeur comme suit:
  - 2.1 Le coefficient de correction de la consommation de carburant ( $K_{\text{fuel}}$ ) est déterminé à partir d'une série de mesures  $n$  effectuées par le constructeur. Cette série doit comprendre au moins une mesure avec  $E_{\text{REESS}i} \leq 0$  et au moins une mesure avec  $E_{\text{REESS}i} > 0$  sur le cycle d'essai complet.
 

Si cette dernière condition ne peut être réalisée sur le cycle d'essai utilisé dans cet essai, l'autorité d'homologation doit se prononcer sur la valeur statistiquement significative de l'extrapolation nécessaire pour déterminer la valeur de la consommation de carburant pour  $\Delta E_{\text{REESS}} = 0$ .
  - 2.1.1 Les coefficients de correction de la consommation de carburant ( $K_{\text{fuel}}$ ) pour chacune des phases ainsi que pour le cycle d'essai complet sont définis comme suit:

$$K_{\text{fuel}} = \frac{\left( n \times \sum E_{\text{REESS}} \times FC_i - \sum E_{\text{REESS}i} \times \sum FC_i \right)}{n \times \sum E_{\text{REESS}i}^2 - \left( \sum E_{\text{REESS}i} \right)^2};$$

Où:

$K_{\text{fuel}}$  sont les coefficients de correction de la consommation de carburant, en l/100 km/Wh;

$FC_i$  est la consommation de carburant mesurée lors du  $i^{\text{e}}$  essai du constructeur, en l/100 km;

$E_{\text{REESS}i}$  sont les bilans électriques mesurés lors du  $i^{\text{e}}$  essai du constructeur, en Wh;

$n$  est le nombre de mesures.

Le coefficient de correction de la consommation de carburant doit être arrondi à quatre chiffres significatifs (par exemple, 0,xxxx ou xx.xx). La signification statistique du coefficient de correction de la consommation de carburant doit être évaluée par l'autorité d'homologation.

- 2.2 Des coefficients distincts de correction de la consommation de carburant doivent être déterminés pour les valeurs de consommation de carburant mesurées lors de chaque phase du cycle WLTC.
- 2.3 Consommation de carburant pour un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro ( $FC_0$ )
- 2.3.1 La consommation de carburant  $FC_0$  pour  $\Delta E_{REESS} = 0$  est déterminée au moyen de l'équation suivante:

$$FC_0 = FC - K_{fuel} \times \Delta E_{REESS}$$

Où:

$FC_0$  est la consommation de carburant pour  $\Delta E_{REESS} = 0$ , en l/100 km;

$FC$  est la consommation de carburant mesurée lors de l'essai, en l/100 km;

$\Delta E_{REESS}$  est le bilan électrique mesuré lors de l'essai, en Wh.

- 2.3.2 La consommation de carburant avec un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro doit être calculée séparément pour chaque phase du cycle et remise à zéro à chaque phase du cycle WLTC.
- 2.3.3 La consommation de carburant avec un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro doit également être calculée pour le cycle WLTC complet et ramenée à zéro.

3. Le coefficient de correction des émissions de  $CO_2$  ( $K_{CO_2}$ ) est défini par le constructeur

- 3.1 Le coefficient de correction des émissions de  $CO_2$  ( $K_{CO_2}$ ) est déterminé à partir d'une série de mesures  $n$  effectuées par le constructeur. Cette série doit comprendre au moins une mesure avec  $E_{REESSi} \leq 0$  et au moins une mesure avec  $E_{REESSi} > 0$  sur l'ensemble du cycle d'essai.

Si cette dernière condition ne peut être réalisée sur le cycle d'essai utilisé dans cet essai, il appartient alors à l'autorité d'homologation de se prononcer sur la signification statistique de l'extrapolation nécessaire pour déterminer la valeur de la consommation de carburant pour  $\Delta E_{REESS} = 0$ .

- 3.1.1 Le coefficient de correction des émissions de  $CO_2$  ( $K_{CO_2}$ ) est défini comme suit:

$$K_{CO_2} = \frac{\left( n \times \sum E_{REESS} \times M_i - \sum E_{REESSi} \times \sum M_i \right)}{n \times \sum E_{REESSi}^2 - \left( \sum E_{REESSi} \right)^2};$$

Où:

$K_{CO_2}$  est le coefficient de correction des émissions de  $CO_2$ , en g/km/Wh;

$M_i$  sont les émissions de  $CO_2$  mesurées lors du  $i^{\circ}$  essai du constructeur, en g/km;

$E_{REESSi}$  est le bilan électrique lors du  $i^{\circ}$  essai du constructeur, en Wh;

$n$  est le nombre de mesures.

- 3.1.2 Le coefficient de correction des émissions de CO<sub>2</sub> doit être arrondi à quatre chiffres significatifs (par exemple, 0,xxxx ou xx.xx). La signification statistique du coefficient de correction des émissions de CO<sub>2</sub> doit être évaluée par l'autorité d'homologation.
- 3.1.3 Des coefficients distincts de correction des émissions de CO<sub>2</sub> doivent être déterminés pour chaque phase du cycle et remis à zéro à chaque phase du cycle WLTC.
- 3.1.4 Les émissions de CO<sub>2</sub> avec un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro doivent également être calculées pour le cycle WLTC complet et ramenées à zéro.
- 3.2 Émissions de CO<sub>2</sub> avec un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro (M<sub>0</sub>)
- 3.2.1 Les émissions de CO<sub>2</sub> M<sub>0</sub> pour ΔE<sub>REESS</sub> = 0 doivent être déterminées au moyen de l'équation suivante:

$$M_0 = M - K_{CO_2} \times \Delta E_{REESSi} ;$$

Où:

M<sub>0</sub> sont les émissions de CO<sub>2</sub> avec un bilan énergétique du SRSEE égal à zéro, en g/km;

K<sub>CO<sub>2</sub></sub> est le coefficient de correction des émissions de CO<sub>2</sub>, en g/km/Wh;

ΔE<sub>REESSi</sub> est le bilan électrique mesuré au cours de l'essai, en Wh.

## Annexe 8 – Appendice 3

### Mesure du bilan électrique des batteries des VEH-NRE et des VEH-RE

1. Introduction
- 1.1 Le présent appendice définit la méthode et les instruments à utiliser pour mesurer le bilan électrique des VEH-NRE et des VEH-RE.
- 1.2 La méthode décrite dans la présente annexe doit être utilisée par le constructeur pour effectuer les mesures servant à déterminer les facteurs de correction  $K_{\text{fuel}}$  et  $K_{\text{CO}_2}$ , tels qu'ils sont définis dans l'appendice 2 à la présente annexe.

L'autorité d'homologation vérifie si ces mesures ont été effectuées conformément à la procédure décrite dans la présente annexe.
- 1.3 La méthode décrite dans la présente annexe doit être utilisée par l'autorité d'homologation pour mesurer le bilan électrique BCS, tel qu'il est défini dans le paragraphe 3 du présent RTM.
2. Équipement et instruments de mesure
- 2.1 Lors des essais prescrits dans le paragraphe 5 de la présente annexe, le courant d'entrée et de sortie du SRSEE peut être mesuré à l'aide d'un ampèremètre du type à pince ou en boucle fermée. Le transducteur de courant (c'est-à-dire le capteur d'intensité sans équipement d'acquisition de données) doit avoir une justesse minimale, définie au paragraphe 2.1.1 de l'appendice 2 de l'annexe 6.
- 2.1.1 Comme variante aux prescriptions figurant au paragraphe 2.1 ci-dessus, la méthode de détermination du BCS décrite au paragraphe 2.2 de l'appendice 2 de l'annexe 6 est applicable à tous les SRSEE des véhicules.
- 2.1.2 Le transducteur d'intensité doit être placé sur l'un des conducteurs directement reliés au SRSEE. Pour faciliter la mesure de l'intensité d'entrée et de sortie du SRSEE à l'aide d'un équipement de mesure extérieur, les constructeurs devraient de préférence monter d'origine sur le véhicule des points de raccordement appropriés, sûrs et accessibles. Si cela n'est pas faisable, le constructeur est tenu d'aider l'autorité d'homologation en fournissant les moyens de relier de la manière décrite ci-dessus un transducteur de courant aux conducteurs raccordés au SRSEE.
- 2.1.3 La tension à la sortie du transducteur d'intensité doit être mesurée à une fréquence minimale d'échantillonnage de 5 Hz. L'intensité mesurée doit être intégrée dans le temps, ce qui permet d'obtenir la valeur mesurée du BCS, exprimée en ampère-heure (Ah).
- 2.2 Une liste des instruments (fabricant, numéro de modèle, numéro de série) utilisés par le constructeur pour déterminer:
  - a) Quand le niveau de charge minimal de la batterie a été atteint au cours de la procédure d'essai définie au paragraphe 5 de la présente annexe;
  - b) Les facteurs de correction  $K_{\text{fuel}}$  et  $K_{\text{CO}_2}$  (tels qu'ils sont définis dans l'appendice 2 à la présente annexe);

- c) Les dates auxquelles les instruments ont été étalonnés pour la dernière fois (lorsqu'il y a lieu);  
doit être communiquée à l'autorité technique responsable.
- 3. Procédure de mesure
- 3.1 La mesure du courant d'entrée et de sortie du SRSEE commence en même temps que l'essai et se termine immédiatement après que le véhicule a effectué le cycle d'essai complet.
- 3.2 Les valeurs du BCS pour chaque phase doivent être enregistrées.

## Annexe 8 – Appendice 4

### Préconditionnement des VEP et des VEH-RE

1. On trouvera dans le présent appendice la procédure à suivre pour le preconditionnement du SRSEE et du moteur à combustion en vue de préparer:
  - a) Les mesures de l'autonomie électrique, de la décharge et du maintien de la charge dans le cadre de l'essai d'un VEH-RE;
  - b) Les mesures de l'autonomie électrique et de la consommation d'énergie électrique dans le cadre de l'essai d'un VEP.
2. Préconditionnement du moteur à combustion et du SRSEE d'un VEH-RE

Lorsqu'un essai en mode maintien de la charge est suivi d'un essai en mode épuisement de la charge, les deux essais peuvent être effectués indépendamment l'un de l'autre. Dans ce cas, le véhicule doit être préparé conformément aux prescriptions du paragraphe 2.1.1 ci-dessous avant que recommence l'essai d'épuisement de la charge ou l'essai de maintien de la charge.
- 2.1 Préconditionnement du moteur à combustion et du SRSEE d'un VEH-RE lorsque la procédure d'essai débute par un essai de maintien de la charge
  - 2.1.1 La stabilisation thermique du véhicule doit s'effectuer conformément aux prescriptions de la section 1.2.7 de l'annexe 6. Les véhicules preconditionnés en vue de l'essai d'épuisement de la charge ne doivent pas être soumis à un refroidissement forcé.
  - 2.1.2 Pour le preconditionnement du moteur à combustion, il convient de soumettre le VEH-RE à un cycle d'essai WLTC au moins. Le constructeur doit garantir que le véhicule fonctionne en mode maintien de la charge. Le cycle de preconditionnement doit être effectué à froid à la suite d'une période de stabilisation thermique réalisée conformément aux dispositions du paragraphe 2.1.1 ci-dessus.
  - 2.1.3 Dans le cas de l'essai d'un VEH-RE dans un mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur, le cycle de preconditionnement doit être effectué dans le même mode de fonctionnement que l'essai de maintien de la charge, comme il est expliqué à la section 3.2.5 de la présente annexe.
  - 2.1.4 Lors du cycle de preconditionnement mentionné au paragraphe 2.1.2 ci-dessus, le niveau de charge du SRSEE de traction doit être enregistré. Le preconditionnement doit prendre fin lorsqu'il est satisfait aux critères de déconnexion automatique, conformément aux dispositions de la section 3.2.4.5 de la présente annexe.
  - 2.1.5 À la demande du constructeur, l'état de charge du SRSEE pour l'essai de maintien de la charge peut être fixé suivant la recommandation du constructeur afin de réaliser un essai de maintien de la charge neutre.

Dans ce cas, on peut appliquer une procédure additionnelle de preconditionnement du moteur à combustion interne conformément à ce qui est prévu pour les véhicules classiques.

- 2.2 Préconditionnement du moteur à combustion et du SRSEE d'un VEH-RE lorsque la procédure d'essai débute par un essai d'épuisement de la charge
- 2.2.1 La stabilisation thermique du véhicule doit s'effectuer conformément aux prescriptions de la section 1.2.7 de l'annexe 6. Les véhicules préconditionnés en vue de l'essai d'épuisement de la charge ne doivent pas être soumis à un refroidissement forcé.
- 2.2.2 Pour le préconditionnement du moteur à combustion, il convient de soumettre le VEH-RE à un cycle d'essai WLTC au moins. Le constructeur doit garantir que le véhicule fonctionne en mode maintien de la charge. Le cycle de préconditionnement doit être effectué à froid à la suite d'une période de stabilisation thermique réalisée conformément aux dispositions du paragraphe 2.1.1 ci-dessus.
- 2.2.3 Dans le cas de l'essai d'un VEH-RE dans un mode de fonctionnement sélectionnable par le conducteur, le cycle de préconditionnement doit être effectué dans le même mode de fonctionnement que l'essai de maintien de la charge, comme il est expliqué à la section 3.2.5 de la présente annexe.
- 2.2.4 Lors de la stabilisation thermique, le système de stockage de l'énergie électrique doit être chargé conformément à la procédure de charge normale décrite à la section 2.2.5 ci-dessous.
- 2.2.5 Application d'une charge normale
- 2.2.5.1 Le système de stockage de l'énergie électrique doit être chargé:
- a) Au moyen du chargeur embarqué, si un tel chargeur existe;
  - b) Au moyen d'un chargeur externe recommandé par le constructeur, en suivant le mode de charge prescrit pour une charge normale;
  - c) À une température ambiante conforme aux prescriptions de la section 1.2.2.2.2 de l'annexe 6. Cette méthode exclut tous les types de recharges spéciales qui pourraient être lancées automatiquement ou manuellement, comme par exemple les recharges d'égalisation ou d'entretien. Le constructeur doit déclarer qu'il n'y a pas eu d'opération de recharge spéciale au cours de l'essai.
- 2.2.5.2 Critère de fin de charge
- Il est satisfait au critère de fin de charge lorsque les instruments embarqués ou externes détectent une charge complète pour le SRSEE.
3. Conditionnement du SRSEE d'un VEP
- 3.1 Charge initiale du SRSEE
- Pour charger le SRSEE, il convient de le décharger puis d'appliquer une charge normale.
- 3.1.1 Décharge du SRSEE
- La procédure d'épuisement de la charge doit être exécutée conformément à la recommandation du constructeur. Ce dernier doit garantir que le SRSEE est déchargé autant qu'il est possible de le faire au moyen de la procédure d'épuisement de la charge.

3.1.2 Application d'une charge normale

Le SRSEE doit être chargé:

- a) Au moyen du chargeur embarqué, si un tel chargeur existe;
- b) Au moyen d'un chargeur externe recommandé par le constructeur, en suivant le mode de charge prescrit pour une charge normale;
- c) À une température ambiante conforme aux prescriptions de la section 1.2.2.2.2 de l'annexe 6. Cette méthode exclut tous les types de recharges spéciales qui pourraient être lancées automatiquement ou manuellement, comme par exemple les recharges d'égalisation ou d'entretien. Le constructeur doit déclarer qu'il n'y a pas eu d'opération de recharge spéciale au cours de l'essai.

3.1.3 Critère de fin de charge

Il est satisfait au critère de fin de charge lorsque les instruments embarqués ou externes détectent une charge complète pour le SRSEE.

## Annexe 8 – Appendice 5

### Facteurs d'utilisation pour les VEH-RE

1. Les facteurs d'utilisation (utility factors – UF) sont des facteurs fondés sur des statistiques de conduite et sur les autonomies atteintes en mode épuisement de la charge et en mode maintien de la charge pour les VEH-RE, qui s'emploient pour pondérer les émissions de CO<sub>2</sub> et les consommations de carburant.
2. Chaque Partie contractante peut établir ses propres facteurs d'utilisation.

**[Réservé: Annexe 8 – Appendice 6**

**Détermination de l'autonomie des VEP sur la base des phases]**

## [Annexe 9

**Détermination de l'équivalence d'un système]**

1. Les systèmes ou les analyseurs autres que ceux décrits dans le présent RTM peuvent être approuvés par l'autorité responsable s'il est démontré qu'ils donnent des résultats équivalents à ceux des systèmes ou analyseurs de référence.
2. La détermination de l'équivalence d'un système doit être fondée sur une étude de corrélation portant sur sept paires (ou plus) d'échantillons entre le système à l'examen et l'un des systèmes de référence acceptés du présent RTM, et doit s'effectuer au moyen d'un cycle d'essai approprié. Les critères à appliquer doivent être l'essai F et le test bilatéral t.
3. Les essais de corrélation doivent être effectués dans le même laboratoire, dans la même chambre d'essai et sur le même véhicule, et ils doivent se dérouler en même temps ou, si cela n'est pas possible, parallèlement. L'équivalence des moyennes de paires d'échantillons doit être déterminée sur la base des statistiques des essais F et t comme indiqué ci-après, obtenues dans les conditions décrites dans le présent RTM pour la chambre d'essai et le véhicule. Les valeurs aberrantes doivent être déterminées conformément à la norme ISO 5725-2:1994 et exclues de la base de données. Les systèmes à utiliser pour les essais de corrélation doivent être approuvés par l'autorité responsable.
4. Cette méthode statistique permet d'évaluer l'hypothèse selon laquelle l'écart type et la valeur moyenne de l'échantillon pour un type d'émissions particulier mesuré avec le système à l'examen ne s'écartent pas de l'écart type et de la valeur moyenne de l'échantillon pour ce type d'émissions mesuré avec le système de référence. L'hypothèse doit être évaluée sur la base d'un niveau de signification de 10 % des valeurs F et t. Les valeurs F et t critiques pour sept à 10 paires d'échantillons sont indiquées au tableau A9/1. Si les valeurs F et t calculées conformément à l'équation ci-dessous sont supérieures aux valeurs F et t critiques, le système à l'examen est jugé non équivalent.
5. La procédure suivante doit être appliquée. Les indices R et C désignent respectivement le système de référence et le système à l'examen:
  - a) On soumet le système à l'examen et le système de référence à sept essais au moins, exécutés en même temps ou, si cela n'est pas possible, parallèlement. Le nombre d'essais est désigné par  $n_R$  et  $n_C$  respectivement;
  - b) On calcule les valeurs moyennes  $\overline{X}_R$  et  $\overline{X}_C$  et les écarts types  $s_R$  et  $s_C$ ;
  - c) La valeur F est calculée comme suit:
 
$$F = \frac{S_{\text{major}}^2}{S_{\text{min or}}^2};$$
 (la plus grande des deux valeurs d'écart type  $s_R$  ou  $s_C$  doit figurer en numérateur);

d) La valeur t est calculée comme suit:

$$t = \frac{|\overline{X}_C - \overline{X}_R|}{\sqrt{(n_C - 1) \times S_C^2 + (n_R - 1) \times S_R^2}} \times \sqrt{\frac{n_C \times n_R \times (n_C + n_R - 2)}{n_C + n_R}};$$

e) Les valeurs F et t ainsi calculées sont comparées aux valeurs critiques F et t correspondant au nombre respectif d'essais indiqué dans le tableau A9/1. En cas d'utilisation d'échantillons de taille supérieure, on se reportera à des tables statistiques pour le niveau de signification 10 % (niveau de confiance de 90 %);

f) Les degrés de liberté (df) sont déterminés comme suit:

Pour l'essai F:  $df = \frac{n_R - 1}{n_C - 1};$

Pour l'essai t:  $df = n_C + n_R - 2;$

g) L'équivalence est déterminée comme suit:

i) Si  $F < F_{crit}$  et  $t < t_{crit}$ , le système à l'examen est équivalent au système de référence du présent RTM;

ii) Si  $F \geq F_{crit}$  ou  $t \geq t_{crit}$ , le système à l'examen n'est pas équivalent au système de référence du présent RTM.]

Tableau A9/1

**Valeurs t et F pour diverses tailles de l'échantillon**

Taille de l'échantillon	Essai F		Essai t	
	df	F <sub>crit</sub>	df	t <sub>crit</sub>
7	6/6	3,055	12	1,782
8	7/7	2,785	14	1,761
9	8/8	2,589	16	1,746
10	9/9	2,440	18	1,734