Journal officiel
de l'Union européenne

FR
Série L

2025/258

20.2.2025

RÈGLEMENT (UE) 2025/258 DE LA COMMISSION

du 7 février 2025

modifiant le règlement (UE) 2017/2400 en ce qui concerne la détermination des émissions de CO_2 et de la consommation de carburant des camions moyens et lourds et des autobus lourds et l'introduction de véhicules fonctionnant à l'hydrogène et d'autres nouvelles technologies, et modifiant le règlement (UE) nº 582/2011 en ce qui concerne les règles applicables à la détermination des émissions de CO_2 et de la consommation de carburant afin d'obtenir l'extension d'une réception UE par type

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

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

vu le règlement (CE) nº 595/2009 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2009 relatif à la réception des véhicules à moteur et des moteurs au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et à l'accès aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, et modifiant le règlement (CE) nº 715/2007 et la directive 2007/46/CE, et abrogeant les directives 80/1269/CEE, 2005/55/CE et 2005/78/CE [1], et notamment son article 4, paragraphe 3, et son article 5, paragraphe 4, point e),

considérant ce qui suit:

(1) Le règlement (UE) 2017/2400 de la Commission [2] a introduit une méthode commune pour comparer la performance des véhicules lourds mis sur le marché de l'Union en ce qui concerne leurs émissions de CO_2 et leur consommation de carburant. Il énonce des dispositions pour la certification des composants ayant une incidence sur les émissions de CO_2 et sur la consommation de carburant des véhicules lourds, introduit un outil de simulation aux fins de déterminer et de déclarer les émissions de CO_2 et la consommation de carburant de ces véhicules et établit, entre autres, des prescriptions imposant aux autorités des États membres et aux constructeurs de vérifier la conformité de la certification des composants et la conformité de l'utilisation de l'outil de simulation.

(2) Le règlement (UE) 2022/1379 de la Commission [3] a étendu le champ d'application du règlement (UE) 2017/2400 aux camions moyens et aux autobus lourds et y a ajouté de nouvelles technologies telles que les véhicules électriques hybrides et électriques purs, les véhicules à double carburant ainsi que les systèmes de récupération de chaleur.

(3) Étant donné que d'autres nouvelles technologies sont en cours de développement et pourraient faire leur apparition sur le marché dans les années à venir, il convient de définir des exigences pour celles-ci. Ces nouvelles technologies devraient inclure les véhicules fonctionnant à l'hydrogène, les extrémités de roue efficaces, les véhicules propulsés par plusieurs systèmes de transmission fonctionnant de manière indépendante ou encore les véhicules capables de se recharger en roulant.

(4) Étant donné qu'il peut être difficile de savoir si un véhicule sera utilisé à des fins professionnelles ou non au moment de la certification de ses valeurs d'émissions de CO_2 et de consommation de carburant, toutes les simulations relatives aux véhicules des groupes concernés devraient porter sur l'ensemble des profils de mission. L'attribution correcte des valeurs certifiées d'émission de CO_2 et de consommation de carburant devrait donc s'effectuer suivant le type d'immatriculation du véhicule.

(5) Étant donné que le montage d'extrémités de roues performantes a une incidence positive sur les émissions de CO_2 des véhicules, une nouvelle procédure est introduite afin de permettre la certification des extrémités de roue efficaces et de garantir ainsi que leur efficacité élevée est prise en compte dans la détermination des valeurs d'émissions de CO_2 et de consommation de carburant.

[1] JO L 188 du 18.7.2009, p. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2009/595/oj.

[2] Règlement (UE) 2017/2400 de la Commission du 12 décembre 2017 portant application du règlement (CE) nº 595/2009 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la détermination des émissions de CO_2 et de la consommation de carburant des véhicules utilitaires lourds et modifiant la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil ainsi que le règlement (UE) nº 582/2011 de la Commission (JO L 349 du 29.12.2017, p. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2017/2400/oj).

[3] Règlement (UE) 2022/1379 de la Commission du 5 juillet 2022 modifiant le règlement (UE) 2017/2400 en ce qui concerne la détermination des émissions de CO_2 et la consommation de carburant des camions moyens et lourds et des autobus lourds et l'introduction de véhicules électriques et d'autres nouvelles technologies (JO L 212 du 12.8.2022, p. 1, ELI: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1379/oj).

(6) La procédure de détermination des performances de traînée aérodynamique des véhicules devrait être renforcée pour en améliorer la répétabilité et la reproductibilité et, afin de réduire la charge liée aux essais et de faire en sorte que les caractéristiques améliorant les performances aérodynamiques puissent être certifiées efficacement, elle devrait être complétée par un nouveau processus reposant sur la simulation de la dynamique des fluides computationnelle.

(7) Étant donné que la procédure d'essai de vérification sur route s'est avérée un outil important pour vérifier les calculs des émissions de CO_2 et de la consommation de carburant des camions moyens et lourds, elle devrait également s'appliquer aux autobus lourds, moyennant certains ajustements pour tenir compte de la complexité de la production fréquemment réalisée en plusieurs étapes de ces véhicules.

(8) Étant donné que les nouvelles technologies seront couvertes par le présent règlement, notamment pour les camions moyens, il convient d'éviter de créer des obligations contradictoires entre le règlement (UE) 2017/2400 et la procédure d'essai mondiale harmonisée pour les voitures particulières et véhicules utilitaires légers aux fins de la détermination des valeurs d'émissions de CO_2 et de consommation de carburant prévue par le règlement (UE) n° 582/2011 de la Commission ([4]). Il y a lieu de modifier le règlement (UE) n° 582/2011 en conséquence afin de garantir qu'aucun camion moyen n'est soumis à des essais dans le cadre de deux régimes différents aux fins de la détermination des valeurs de ses émissions de CO_2 et de sa consommation de carburant.

(9) Afin de donner aux États membres, aux autorités nationales et aux opérateurs économiques suffisamment de temps pour se préparer à l'application des règles introduites par le présent règlement, il convient d'en différer la date d'application.

(10) Afin de permettre une application rapide du règlement, en particulier pour les technologies nouvellement couvertes par la présente modification, il devrait être possible d'obtenir une licence pour l'exploitation de l'outil de simulation et une certification pour les composants conformément au règlement (UE) 2017/2400 tel que modifié par le présent règlement à partir de l'entrée en vigueur de celui-ci.

(11) Les mesures prévues par le présent règlement sont conformes à l'avis du comité technique pour les véhicules à moteur,

A ADOPTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT:

Article premier

Le règlement (UE) 2017/2400 est modifié comme suit:

1) L'article 12 est modifié comme suit:

a) au paragraphe 1, le point k) suivant est ajouté:

«k) extrémités de roues.»;

b) le paragraphe 2 est remplacé par le texte suivant:

«2. Les propriétés en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant des composants, entités techniques distinctes et systèmes visés aux points b) à g), i), j) et k) du paragraphe 1 du présent article sont soit basées sur les valeurs déterminées, pour chaque composant, entité technique distincte, système ou, le cas échéant, leur famille respective, conformément à l'article 14 et certifiées conformément à l'article 17 ("valeurs certifiées"), soit, en l'absence des valeurs certifiées, sur les valeurs standard définies conformément à l'article 13.».

2) L'article 13 est modifié comme suit:

a) le paragraphe 6 est remplacé par le texte suivant:

«6. Les valeurs standard pour la traînée aérodynamique sont déterminées conformément à l'appendice 7 de l'annexe VIII.»;

([4]) Règlement (UE) n° 582/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant modalités d'application et modification du règlement (CE) n° 595/2009 du Parlement européen et du Conseil au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et modifiant les annexes I et III de la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil (JO L 167 du 25.6.2011, p. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2011/582/oj).

b) le paragraphe 9 est remplacé par le texte suivant:

«9. Les valeurs standard pour les composants d'un groupe motopropulseur électrique sont déterminées conformément aux appendices 8, 9, 10 et 11 de l'annexe X *ter*.»;

c) le paragraphe 10 est ajouté:

«10. Les valeurs standard pour les extrémités de roues sont déterminées conformément au point 6 de l'annexe VII *bis*.».

3) L'article 14 est modifié comme suit:

a) le paragraphe 1 est remplacé par le texte suivant:

«1. Les valeurs déterminées conformément aux paragraphes 2 à 11 du présent article peuvent être utilisées par le constructeur de véhicules comme les données d'entrée de l'outil de simulation si elles sont certifiées conformément à l'article 17.»;

b) le paragraphe 8 est remplacé par le texte suivant:

«8. Les valeurs certifiées pour la traînée aérodynamique sont déterminées conformément au point 3 de l'annexe VIII.»;

c) le paragraphe 11 est ajouté:

«11. Les valeurs certifiées pour les extrémités de roues sont déterminées conformément à l'annexe VII *bis*.».

4) À l'article 15, paragraphe 1, le tiret suivant est ajouté:

«— à l'annexe VII *bis* en ce qui concerne le concept de famille d'extrémités de roue.».

5) À l'article 16, paragraphe 2, le tiret suivant est ajouté:

«— à l'appendice 2 de l'annexe VII *bis* en ce qui concerne les extrémités de roues.».

6) À l'article 17, paragraphe 2, le tiret suivant est ajouté:

«— à l'appendice 1 de l'annexe VII *bis* en ce qui concerne les extrémités de roues.».

7) À l'article 18, paragraphe 1, le tiret suivant est ajouté au premier alinéa:

«— à l'annexe VII *bis* en ce qui concerne le concept de famille d'extrémités de roue.».

8) À l'article 22, paragraphe 1, le deuxième alinéa est modifié comme suit:

a) le quatrième tiret est remplacé par le texte suivant:

«— les procédures prévues à l'appendice 6 de l'annexe VIII en ce qui concerne la traînée aérodynamique,»;

b) le tiret suivant est ajouté:

«— les procédures prévues au point 5 de l'annexe VII *bis* en ce qui concerne les extrémités de roues.».

9) L'article 24 est remplacé par le texte suivant:

«*Article 24*

Application des exigences

«Sans préjudice de l'article 10, paragraphe 3, du présent règlement, lorsque les obligations visées à l'article 9 du présent règlement n'ont pas été respectées, les États membres considèrent que les certificats de conformité pour les véhicules réceptionnés par type ne sont plus valides aux fins de l'article 48 du règlement (UE) 2018/858 et, pour les véhicules réceptionnés par type ou réceptionnés individuellement, interdisent l'immatriculation, la vente ou la mise en service des véhicules des groupes 1s, 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 16, 31 à 40, 53 et 54.».

10) L'annexe I est modifiée conformément à l'annexe I du présent règlement.

11) L'annexe III est modifiée conformément à l'annexe II du présent règlement.

12) L'annexe IV est modifiée conformément à l'annexe III du présent règlement.

13) L'annexe V est modifiée conformément à l'annexe IV du présent règlement.

14) L'annexe VI est modifiée conformément à l'annexe V du présent règlement.

15) Le texte de l'annexe VI du présent règlement est inséré en tant qu'annexe VII *bis*.

16) L'annexe VIII est modifiée conformément à l'annexe VII du présent règlement.

17) L'annexe IX est modifiée conformément à l'annexe VIII du présent règlement.

18) L'annexe X *bis* est modifiée conformément à l'annexe IX du présent règlement.

19) L'annexe X *ter* est modifiée conformément à l'annexe X du présent règlement.

Article 2

L'article 3 du règlement (UE) nº 582/2011 est modifié comme suit:

1) Au paragraphe 1, second alinéa, la seconde phrase est supprimée.

2) Le paragraphe 3 est remplacé par le texte suivant:

«3. Afin d'obtenir une extension de la réception UE par type, en ce qui concerne les émissions, d'un véhicule réceptionné au titre du présent règlement ayant une masse de référence supérieure à 2 380 kg mais n'excédant pas 2 610 kg, le constructeur doit satisfaire aux prescriptions énoncées à la section 5 de l'annexe VIII, à moins que les valeurs d'émissions de CO_2 et de consommation de carburant pour ledit véhicule ne soient déterminées conformément au règlement (UE) 2017/2400.».

Article 3

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

Le présent règlement est applicable à partir du 1er janvier 2026.

Le point 21) de l'annexe X est applicable à partir du 1er mars 2025

Nonobstant les deuxième et troisième alinéas, à partir du 12 mars 2025, les autorités chargées de la réception ne refusent pas de délivrer une certification des propriétés des composants liées aux émissions de CO_2 et à la consommation de carburant conformément au règlement (UE) 2017/2400 tel que modifié par le présent règlement. À partir du 12 mars 2025, les États membres n'interdisent pas l'immatriculation, la mise sur le marché et la mise en service d'un véhicule neuf, lorsque le véhicule concerné est conforme au règlement (UE) 2017/2400 et au règlement (UE) nº 582/2011 tels que modifiés par le présent règlement, si un constructeur en fait la demande.

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

Fait à Bruxelles, le 7 février 2025.

Par la Commission
La présidente
Ursula VON DER LEYEN

ANNEXE I

L'annexe I du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 1.1, le tableau 1 est remplacé par le tableau suivant:

«Tableau 1

Groupes de véhicules pour les camions lourds

Description des éléments pertinents pour la classification par groupe de véhicules			Groupe de véhicules	Affectation du profil de mission et configuration du véhicule						
Configuration des essieux	Configuration du châssis	Masse en charge maximale techniquement admissible (tonnes)		Longue distance	Longue distance (EMS) (*)	Trajets régionaux	Trajets régionaux (EMS) (*)	Trajets urbains	Services municipaux	Construction
4 × 2	Porteur (ou tracteur) (**)	> 7,4 – 7,5	1s			R		R		
	Porteur (ou tracteur) (**)	> 7,5 – 10	1			R		R		
	Porteur (ou tracteur) (**)	> 10 – 12	2	R + T1		R		R		
	Porteur (ou tracteur) (**)	> 12 – 16	3			R		R		
	Porteur	> 16	4	R + T2		R		R	R	R
	Tracteur	> 16	5	T + ST	T + ST + T2	T + ST	T + ST + T2	T + ST		T + ST
4 × 4	Porteur	> 7,5 – 16	(6)							
	Porteur	> 16	(7)							
	Tracteur	> 16	(8)							
6 × 2	Porteur	Tous les poids	9	R + T2	R + D + ST	R	R + D + ST		R	R
	Tracteur	Tous les poids	10	T + ST	T + ST + T2	T + ST	T + ST + T2			T + ST
6 × 4	Porteur	Tous les poids	11	R + T2	R + D + ST	R	R + D + ST		R	R
	Tracteur	Tous les poids	12	T + ST	T + ST + T2	T + ST	T + ST + T2			T + ST
6 × 6	Porteur	Tous les poids	(13)							
	Tracteur	Tous les poids	(14)							
8 × 2	Porteur	Tous les poids	(15)							
8 × 4	Porteur	Tous les poids	16	R + T2	R + D + ST	R	R + D + ST			R
8 × 6 8 × 8	Porteur	Tous les poids	(17)							
8 × 2 8 × 4 8 × 6 8 × 8	Tracteur	Tous les poids	(18)							

Description des éléments pertinents pour la classification par groupe de véhicules			Groupe de véhicules	Affectation du profil de mission et configuration du véhicule						
Configuration des essieux	Configuration du châssis	Masse en charge maximale techniquement admissible (tonnes)		Longue distance	Longue distance (EMS) (*)	Trajets régionaux	Trajets régionaux (EMS) (*)	Trajets urbains	Services municipaux	Construction
5 essieux, toutes configurations	Porteur ou tracteur	Tous les poids	(19)							

(*) EMS – Système modulaire européen
(**) Dans ces classes de véhicules, les tracteurs sont considérés comme porteurs, mais avec le poids à vide spécifique d'un tracteur.

T = Tracteur

R = Porteur et carrosserie standard

T1, T2 = Remorques standard

ST = Semi-remorque standard

D = Dolly standard».

2) Le point 2.3 est modifié comme suit:

a) le texte suivant est ajouté:

«Si un autobus lourd est réceptionné en tant que véhicule complet, seuls les profils de mission du groupe de véhicules primaires lié au groupe du véhicule complet, comme indiqué dans le tableau 7, peuvent faire l'objet d'une simulation. Si le groupe du véhicule complet change au cours d'une étape de construction ultérieure, le constructeur du véhicule primaire doit mettre le VIF1, avec la série de 22 résultats, à la disposition du constructeur responsable de l'étape de construction suivante.»;

b) le tableau suivant est ajouté:

«Tableau 7

Groupes de véhicules primaires devant faire l'objet d'une simulation dans le cas des autobus lourds complets

Groupe du véhicule complet	Groupe de véhicules primaires devant faire l'objet du calcul
31a, 31b1, 31b2, 31d	P31 SD
31c, 31e	P31 DD
32a, 32b, 32c, 32d	P32 SD
32e, 32f	P32 DD
33a, 33b1, 33b2, 33d	P33 SD
33c, 33e	P33 DD
34a, 34b, 34c, 34d	P34 SD
34e, 34f	P34 DD
35a, 35b1, 35b2	P35 SD
35c	P35 DD
36a, 36b, 36c, 36d	P36 SD
36e, 36f	P36 DD
37a, 37b1, 37b2, 37d	P37 SD

Groupe du véhicule complet	Groupe de véhicules primaires devant faire l'objet du calcul
37c, 37e	P37 DD
38a, 38b, 38c, 38d	P38 SD
38e, 38f	P38 DD
39a, 39b1, 39b2	P39 SD
39c	P39 DD
40a, 40b, 40c, 40d	P40 SD
40e, 40f	P40 DD»

ANNEXE II

L'annexe III du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 2, les points suivants sont ajoutés:

«38) "technologie de recharge dynamique": une technologie qui permet au véhicule d'être connecté à une source d'énergie électrique extérieure lorsqu'il est en mouvement, de manière à fournir une énergie directe aux systèmes de propulsion et/ou auxiliaires du véhicule et/ou à recharger les batteries.

39) "pantographe aérien": une technologie de recharge dynamique permettant la connexion à une infrastructure de lignes aériennes de contact sur les routes et l'alimentation du véhicule via celle-ci.

40) "trolley aérien": une technologie de recharge dynamique mettant en œuvre des perches de prise de courant pour la connexion à une infrastructure de lignes aériennes de contact.

41) "rail terrestre": une technologie de recharge dynamique qui transfère l'énergie électrique au véhicule par conduction, au moyen de rails intégrés dans ou à la surface du revêtement routier.

42) "sans fil": une technologie de recharge dynamique qui transfère l'énergie électrique au véhicule par induction, au moyen de dispositifs intégrés dans ou à la surface du revêtement routier et générant des champs magnétiques.

43) "hydrogène gazeux comprimé": une technologie de stockage de l'hydrogène sous forme gazeuse.

44) "hydrogène liquide": une technologie de stockage de l'hydrogène sous forme liquide.

45) "hydrogène cryocomprimé": une technologie de stockage de l'hydrogène à des températures comprises entre une température proche de sa température de liquéfaction et la température ambiante et à une pression d'au moins 200 bars. Cette technologie de stockage de l'hydrogène peut fonctionner à température ambiante, mais sa capacité nominale ne peut être atteinte qu'à proximité de la température de liquéfaction de l'hydrogène.

46) "état du réservoir d'hydrogène vide": l'état d'un réservoir d'hydrogène à partir duquel il est encore possible d'atteindre un réservoir complet en un seul événement de ravitaillement sans éventage et qui remplit l'une des conditions suivantes:

a) en deçà de celui-ci, une indication "vide", "presque vide" ou similaire apparaît pour le conducteur;

b) en deçà de celui-ci, le système de conversion énergétique de l'hydrogène fournit une performance sensiblement limitée.

47) "véhicule hybride rechargeable de l'extérieur" ou "VH-RE": un véhicule hybride qui peut être rechargé à partir d'une source extérieure.

48) "véhicule hybride à pile à combustible rechargeable de l'extérieur" ou "VHPC-RE": un véhicule hybride à pile à combustible qui peut être rechargé à partir d'une source extérieure.

49) "mode sélectionnable": un régime de fonctionnement distinct sélectionnable par le conducteur, pouvant avoir des incidences sur les émissions ou la consommation de carburant et/ou d'énergie.

50) "mode prédominant": un mode particulier sélectionnable par le conducteur, qui est toujours sélectionné quand le véhicule est mis en marche, quel qu'ait été le mode sélectionnable par le conducteur utilisé lorsque le véhicule a été pour la dernière fois arrêté, qui remplit les conditions suivantes:

a) il ne peut pas être redéfini comme étant un autre mode;

b) après la mise en marche du véhicule, le passage du mode prédominant à un autre mode sélectionnable par le conducteur ne peut résulter que d'une action intentionnelle du conducteur.

51) "mode prédominant sur batterie": un mode prédominant dans lequel un VH-RE fonctionne exclusivement avec l'énergie de propulsion fournie par le SRSEE.».

2) Au point 3, premier alinéa, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«Dans les tableaux 1 à 17, les ensembles de paramètres d'entrée à fournir en ce qui concerne les caractéristiques du véhicule sont spécifiés.».

3) Le tableau 1 est modifié comme suit:

a) à la ligne «IdlingSpeed», colonne «Description/Référence», la deuxième phrase est remplacée par le texte suivant:

«Pour les PEV et les VHPC, aucune entrée n'est requise»;

b) à la ligne «RetarderType», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: "None", "Losses included in Gearbox", "Engine Retarder", "Transmission Input Retarder", "Transmission Output Retarder", "Axlegear Input Retarder"

La valeur "Axlegear Input Retarder" ne s'applique qu'aux architectures du groupe motopropulseur "E3", "S3", "F3", "S-IEPC", "F-IEPC" et "E-IEPC".

Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»;

c) aux lignes «RetarderRatio» et «AngledriveType», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»;

d) à la ligne «PTOShafts GearWheels», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.

Dans le cas des IEPS et des IHPC, aucune entrée n'est effectuée.»;

e) à la ligne «PTOOther Elements», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»;

f) à la ligne «CertificationNumberEngine», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée du moteur conformément à l'appendice 7 de l'annexe V»;

g) à la ligne «CertificationNumberGearbox», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée de la boîte de vitesses conformément aux tableaux 1 à 3 de l'appendice 12 de l'annexe VI»;

h) à la ligne «CertificationNumberGearbox», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule. «Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»»;

i) à la ligne «CertificationNumberTorqueconverter», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée du convertisseur de couple conformément aux tableaux 4 et 5 de l'appendice 12 de l'annexe VI»;

j) à la ligne «CertificationNumberTorqueconverter», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule. «Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»»;

k) à la ligne «CertificationNumberAxlegear», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée de l'essieu conformément aux tableaux 1 à 2 de l'appendice 6 de l'annexe VII»;

l) à la ligne «CertificationNumberAxlegear», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule. «Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»»;

m) à la ligne «CertificationNumberAngledrive», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée du renvoi d'angle réducteur conformément aux tableaux 6 et 7 de l'appendice 12 de l'annexe VI»;

n) à la ligne «CertificationNumberAngledrive», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Désigne un composant ADC certifié installé en position de renvoi d'angle réducteur.

Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule.

Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»;

o) à la ligne «CertificationNumberRetarder», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée du ralentisseur conformément aux tableaux 8 et 9 de l'appendice 12 de l'annexe VI»;

p) à la ligne «CertificationNumberRetarder», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule et que les pertes du ralentisseur ne sont pas communiquées avec les données d'entrée de la boîte de vitesses.

Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»;

q) à la ligne «Certification NumberAirdrag», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée de la traînée aérodynamique conformément au tableau 1 de l'appendice 9 de l'annexe VIII»;

r) à la ligne «Certification NumberIEPC», colonnes «Nom du paramètre», «ID paramètre», «Type» et «Unité», les quatre cellules sont fusionnées et le texte de ces quatre cellules est remplacé par le texte suivant:

«Données d'entrée de l'IEPC conformément à l'appendice 15 de l'annexe X *ter*»;

s) à la ligne «Certification NumberIEPC», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule.

«Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.»»;

t) à la ligne «BodyworkCode», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “CA”, “CB”, “CC”, “CD”, “CE”, “CF”, “CG”, “CH”, “CI”, “CJ” conformément à l'annexe I, partie C, point 3, du règlement (UE) 2018/858. Dans le cas d'un châssis d'autobus portant le code de véhicule CX, aucune donnée ne doit être fournie.»;

u) à la ligne «LowEntry», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«“Emmarchement bas” conformément à l'annexe I, point 1.2.3»;

v) les lignes suivantes sont ajoutées:

«H2StorageUsableCapacity	P545	double, 1	[kg]	Conformément au point 12 Uniquement pour les véhicules équipés d'un système de stockage du carburant contenant de l'hydrogène. Pour les autobus lourds, les données doivent être fournies exclusivement par le constructeur responsable du système de stockage du carburant ou si des modifications ont été apportées à un système de stockage du carburant existant.	X	X	X	X
HydrogenStorageTechnology	P546	chaîne de caractères	[-]	Valeurs admises: “Compressed”, “Liquid”, “Cryo-compressed” Uniquement pour les véhicules équipés d'un système de stockage du carburant contenant de l'hydrogène. Pour les autobus lourds, les données doivent être fournies exclusivement par le constructeur responsable du système de stockage du carburant ou si des modifications ont été apportées à un système de stockage du carburant existant.	X	X	X	X
SimulationToolLicenceNumber	P547	jeton	[-]	Numéro de licence lié au fonctionnement de l'outil de simulation conformément à l'article 7.	X	X	X	X»

4) Le tableau 2 est modifié comme suit:

a) la ligne suivante est insérée avant la ligne «Twin Tyres»:

«AxleNumber	P548	entier	[-]	Position de l'essieu sur le véhicule, en commençant par 1, de l'avant vers l'arrière	X	X	X»	

b) la ligne «Certification NumberTyre» est remplacée par le texte suivant:

«Données d'entrée sur les pneumatiques conformément à l'appendice 3 de l'annexe X;		X	X	X»	

c) les lignes suivantes sont ajoutées:

«Wheel End Friction	P549	double, 1	[Nm]	Valeur de friction aux extrémités de roue déclarée Déterminée conformément au point 3.6 de l'annexe VII *bis*. Les extrémités de roue installées dans le véhicule doivent avoir des valeurs de friction identiques ou inférieures. En cas de valeurs standard, aucune donnée ne doit être fournie. Données pertinentes uniquement pour les essieux non moteurs.	X		X	
Certification number wheel end	P550	jeton	[-]	Numéro(s) de certification du ou des certificats pour la friction aux extrémités de roue déclarée mentionnée dans l'entrée relative à la friction aux extrémités de roue (P549) Données pertinentes uniquement pour les essieux pour lesquels des données relatives à la friction aux extrémités de roue sont effectivement fournies. Plusieurs entrées sont possibles.	X		X»	

5) Le tableau 3 est modifié comme suit:

a) à la ligne «EngineCoolingFan/Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: "Crankshaft mounted – Electronically controlled visco clutch", "Crankshaft mounted – Bimetallic controlled visco clutch", "Crankshaft mounted – Discrete step clutch", "Crankshaft mounted – On/off clutch", "Belt driven or driven via transm. – Electronically controlled visco clutch", "Belt driven or driven via transm. – Bimetallic controlled visco clutch", "Belt driven or driven via transm. – Discrete step clutch", "Belt driven or driven via transm. – On/off clutch", "Hydraulic driven – Variable displacement pump", "Hydraulic driven – Constant displacement pump", "Electrically driven – Electronically controlled"»;

b) à la ligne «SteeringPump/Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: "Fixed displacement", "Fixed displacement with elec. control", "Dual displacement", "Dual displacement with elec. control", "Variable displacement mech. controlled", "Variable displacement elec. controlled", "Electric driven pump", "Full electric steering gear"

Pour les PEV, VHPC ou VHE dont la configuration du groupe motopropulseur est "S" ou "S-IEPC" conformément au point 10.1.1, les valeurs "Electric driven pump" ou "Full electric steering gear" sont les seules admises.

Entrée distincte requise pour chaque essieu directeur actif, associée au numéro de position de l'essieu de l'avant vers l'arrière, en commençant par 1.»;

c) à la ligne «PneumaticSystem/Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “Small”, “Small + ESS”, ‘Small + visco clutch”, “Small + mech. clutch”, “Small + ESS + AMS”, “Small + visco clutch + AMS”, “Small + mech. clutch + AMS”, “Medium Supply 1-stage”, “Medium Supply 1-stage + ESS”, “Medium Supply 1-stage + visco clutch”, “Medium Supply 1-stage + mech. clutch”, “Medium Supply 1-stage + ESS + AMS”, “Medium Supply 1-stage + visco clutch + AMS”, “Medium Supply 1-stage + mech. clutch + AMS”, “Medium Supply 2-stage”, “Medium Supply 2-stage + ESS”, “Medium Supply 2-stage + visco clutch”, “Medium Supply 2-stage + mech. clutch”, “Medium Supply 2-stage + ESS + AMS”, “Medium Supply 2-stage + visco clutch + AMS”, “Medium Supply 2-stage + mech. clutch + AMS”, “Large Supply”, ‘Large Supply + ESS”, “Large Supply + visco clutch”, “Large Supply + mech. clutch”, “Large Supply + ESS + AMS”, “Large Supply + visco clutch + AMS”, “Large Supply + mech. clutch + AMS”, “Vacuum pump”, ‘Small + elec. driven”, “Small + ESS AMS + elec. driven”, “Medium Supply 1-stage + elec. driven”, “Medium Supply 1-stage + AMS + elec. driven”, “Medium Supply 2-stage + elec. driven”, “Medium Supply 2-stage + AMS + elec. driven”, “Large Supply + elec. driven”, “Large Supply + AMS + elec. driven”, “Vacuum pump + elec. driven”;

Pour les PEV ou VHPC, seules les technologies “elec. driven” sont des valeurs admises.».

6) Le tableau 3 *bis* est modifié comme suit:

a) à la ligne «EngineCoolingFan/Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “Crankshaft mounted – Electronically controlled visco clutch”, “Crankshaft mounted – Bimetallic controlled visco clutch”, “Crankshaft mounted – Discrete step clutch 2 stages”, “Crankshaft mounted – Discrete step clutch 3 stages”, “Crankshaft mounted – On/off clutch”, “Belt driven or driven via transm. – Electronically controlled visco clutch”, “Belt driven or driven via transm. – Bimetallic controlled visco clutch”, “Belt driven or driven via transm. – Discrete step clutch 2 stages”, “Belt driven or driven via transm. – Discrete step clutch 3 stages”, “Belt driven or driven via transm. – On/off clutch”, “Hydraulic driven – Variable displacement pump”, “Hydraulic driven – Constant displacement pump”, “Electrically driven – Electronically controlled”»;

b) à la ligne «SteeringPump/Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “Fixed displacement”, “Fixed displacement with elec. control”, “Dual displacement”, “Dual displacement with elec. control”, “Variable displacement mech. controlled”, “Variable displacement elec. controlled”, “Electric driven pump”, “Full electric steering gear”

Pour les PEV, VHPC ou VHE dont la configuration du groupe motopropulseur est “S” ou “S-IEPC” conformément au point 10.1.1, les valeurs “Electric driven pump” ou “Full electric steering gear” sont les seules admises.

Entrée distincte requise pour chaque essieu directeur actif, associée au numéro de position de l’essieu de l’avant vers l’arrière, en commençant par 1.»;

c) à la ligne «ElectricSystem/AlternatorTechnology», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Pour les PEV ou les VHPC, aucune donnée n’est requise.»;

d) à la ligne «ElectricSystem/SupplyFromHEVPossible», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Entrée requise uniquement pour les VHE en combinaison avec la technologie d’alternateur “classique” ou “intelligent”.»;

e) à la ligne «PneumaticSystem/SizeOfAirSupply», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “Small”, “Medium Supply 1-stage”, “Medium Supply 2-stage”, “Large Supply 1-stage”, “Large Supply 2-stage”, “not applicable”

Pour un compresseur entraîné électriquement, il convient d’indiquer la valeur “not applicable”.

Pour les PEV ou les VHPC, aucune entrée n’est requise.»;

f) à la ligne «PneumaticSystem/CompressorDrive», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “mechanically”, “electrically”

Pour les PEV ou les VHPC, la valeur “electrically” est la seule autorisée.»;

g) à la ligne «PneumaticSystem/Clutch», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “none”, “visco”, “mechanically”

Pour les PEV ou les VHPC, aucune entrée n’est requise.»;

h) à la ligne «PneumaticSystem/SmartCompressionSystem», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Pour les PEV, les VHPC ou les VHE dont la configuration du groupe motopropulseur est “S” ou “S-IEPC” conformément au point 10.1.1, aucune entrée n’est requise.»;

i) à la ligne «PneumaticSystem/Ratio Compressor ToEngine», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Pour un compresseur entraîné électriquement, il convient d’indiquer la valeur “0.000”.

Pour les PEV ou les VHPC, aucune entrée n’est requise.»;

j) à la ligne «HVAC/EngineWasteGasHeatExchanger», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Pour les PEV ou les VHPC, aucune entrée n’est requise.»;

k) aux lignes «HVAC/WaterElectricHeater», «HVAC/AirElectricHeater» et «HVAC/OtherHeating Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Données à fournir uniquement pour les VHE, les VHPC et les PEV».

7) Le tableau 4 est modifié comme suit:

a) le titre est remplacé par le titre suivant:

«Paramètres d’entrée “VehicleTorqueLimits” par rapport (facultatif)»;

b) à la ligne «Gear», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Seuls les numéros des rapports doivent être précisés si des limites de couple liées au véhicule selon le point 6 sont applicables.»;

c) à la ligne «MaxTorques», colonne «Description/Référence», le texte suivant est inséré:

«Couple d’entrée maximal du moteur ou de la boîte de vitesses pour le rapport spécifique défini conformément au point 6.».

8) Le tableau 5 est modifié comme suit:

a) à la ligne «BodyworkCode», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: “CA”, “CB”, “CC”, “CD”, “CE”, “CF”, “CG”, “CH”, “CI”, “CJ” conformément à l’annexe I, partie C, point 3, du règlement (UE) 2018/858»;

b) à la ligne «Technology», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Conformément aux dispositions du tableau 1 de l’appendice 1.

Valeurs admises: “FCV Article 9 exempted”, “Dual-fuel vehicle Article 9 exempted”, “HEV Article 9 exempted”, “PEV Article 9 exempted”, ‘In-motion charging Article 9 exempted”, “Multiple powertrains Article 9 exempted”, “H2 ICE Article 9 exempted”, “HV Article 9 exempted”, “Other technology Article 9 exempted”»;

c) la ligne suivante est ajoutée:

«Simulation-ToolLicence-Number	P551	jeton	[-]	Numéro de licence lié au fonctionnement de l’outil de simulation conformément à l’article 7.	X	X	X	X»

9) Le tableau 6 est modifié comme suit:

a) à la ligne «EngineStopStart», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Pour les VHE-RE, l’entrée doit être “true”.»;

b) à la ligne «PredictiveCruiseControl», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Conformément au point 8.1.4, valeurs admises: “none”, “1,2”, “1,2,3”».

10) Le tableau 7 est remplacé par le tableau suivant:

«Tableau 7

Paramètres d'entrée généraux pour les VHE, les PEV et les VHPC

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence	Camions lourds	Camions moyens	Autobus lourds (véhicule primaire)	Autobus lourds (véhicule complet ou complété)
ArchitectureID	P400	chaîne de caractères	[-]	Conformément au point 10.1.3., les valeurs suivantes sont autorisées: “E2”, “E3”, “E4”, “E-IEPC”, “P1”, “P2”, “P2.5”, “P3”, “P4”, “S2”, “S3”, “S4”, “S-IEPC”, “F2”, “F3”, “F4”, “F-IEPC”	X	X	X	
ArchitectureIDPwt2	P552	chaîne de caractères	[-]	Dans le cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4, l'identifiant de l'architecture du deuxième groupe motopropulseur doit être communiqué. Conformément aux points 10.1.3 et 10.1.4., les valeurs suivantes sont autorisées: “E2”, “E3”, “E4”, “E-IEPC”, “S2”, “S3”, “S4”, “S-IEPC”, “F2”, “F3”, “F4”, “F-IEPC”	X		X	
OVC	P553	booléen	[-]	Véhicule dont le SRSEE peut être rechargé à partir d'une source extérieure. Doit avoir la valeur “true” pour: — les VHE-RE, — les PEV, — les VHPC-RE lorsque le dispositif de recharge est également conçu pour le fonctionnement normal du véhicule et pas uniquement à des fins de service.	X	X	X	

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence	Camions lourds	Camions moyens	Autobus lourds (véhicule primaire)	Autobus lourds (véhicule complet ou complété)
BatteryOnlyMode	P554	booléen	[-]	À déclarer pour les VH conformément au point 2, 50). Pour les PEV, cette entrée doit toujours avoir la valeur “true”.	X	X	X	
Dynamic Charging Technology	P555	chaîne de caractères	[-]	Valeurs admises: “None”, “Overhead pantograph”, “Overhead trolley”, “Ground rail”, “Wireless” La valeur “Overhead pantograph” ne s’applique pas aux camions moyens. La valeur “Overhead trolley” ne s’applique qu’aux autobus lourds.	X	X	X	X»

11) Le tableau 8 est modifié comme suit:

a) le titre et la partie introductive sont remplacés par le texte suivant:

«*Tableau 8*

Paramètres d’entrée par position de la machine électrique

Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4

(Applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule ou dans le groupe motopropulseur spécifique)»;

b) la ligne «CertificationNumberEM» est remplacée par le texte suivant, les quatre premières colonnes de cette ligne étant fusionnées:

«Données d’entrée du système de machine électrique conformément à l’appendice 15 de l’annexe X *ter*»	

c) la ligne «CertificationNumberADC» est remplacée par le texte suivant, les quatre premières colonnes de cette ligne étant fusionnées:

«Données d’entrée de l’ADC conformément à l’appendice 12 de l’annexe VI	Entrée facultative en cas de rapport de démultiplication supplémentaire en une seule étape (ADC) entre l’arbre de la machine électrique et le point de raccordement au groupe motopropulseur du véhicule conformément au point 10.1.2 En cas de machines électriques connectées par courroie, les dispositions prévues à l’annexe VI, point 6.1.3, s’appliquent. Non autorisé si le paramètre“IHPCType” a la valeur “IHPC Type 1”.»

12) Dans le tableau 9, le paragraphe suivant est ajouté après le paragraphe introductif:

«Entrée séparée par groupe motopropulseur en cas de groupes motopropulseurs multiples mécaniquement indépendants conformément au point 10.1.4.».

13) Le tableau 10 est remplacé par le tableau suivant:

«Tableau 10

Paramètres d'entrée par SRSEE

(applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule)

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence
StringID	P411	entier	[-]	La disposition des sous-systèmes de batteries représentatifs conformément à l'annexe X *ter* au niveau du véhicule doit être déclarée en associant chaque sous-système de batterie à une chaîne spécifique définie par ce paramètre. Toutes les chaînes spécifiques sont connectées en parallèle, tous les sous-systèmes de batterie situés dans une chaîne parallèle spécifique sont connectés en série. Valeurs admises: "1", "2", "3"…
Données d'entrée du SRSEE conformément à l'appendice 15 de l'annexe X *ter*				
DeteriorationPerformanceRatio	P557	double, 2	[%]	Pour les PEV et les VH-RE, il convient de communiquer comme donnée d'entrée soit les prescriptions de performance minimale (MPR) applicables au véhicule pendant sa durée de vie principale conformément au tableau 3 de l'annexe II du règlement (UE) 2024/1257 du Parlement européen et du Conseil ([1]), soit une exigence de performance déclarée (EPD) supérieure au MPR si, à son tour, cette EPD est déclarée par le constructeur et évaluée pour le véhicule pendant sa durée de vie principale conformément aux dispositions du règlement (UE) 2024/1257 et de sa législation d'application. Pour les VH qui ne sont pas des VH-RE, aucune donnée ne doit être fournie.
SOCmin	P413	double, 1	[%]	Uniquement dans le cas d'une "batterie" de type SRSEE Pour les PEV et les VH-RE avec mode prédominant sur batterie tel que visé au point 2, 50), cette entrée doit être déclarée en pourcentage de la capacité nominale lorsque le conducteur est averti que la charge résiduelle de la batterie est nulle (ou a atteint une autre limite basse définie par le FEO) ou si le fonctionnement normal du véhicule ([2]) en mode prédominant sur batterie n'est pas possible en raison de la faible charge de la batterie. Pour les VH qui ne sont pas des VH-RE ainsi que pour les VH-RE sans mode prédominant sur batterie tel que visé au point 2, 50), cette entrée est facultative et le paramètre n'est efficace que dans l'outil de simulation, lorsque l'entrée est supérieure à la valeur générique mentionnée dans le manuel d'utilisation.

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence
SOCmax	P414	double, 1	[%]	Uniquement dans le cas d'une "batterie" de type SRSEE Pour les PEV et les VH-RE avec mode prédominant sur batterie tel que visé au point 2, 50), cette entrée doit être déclarée en pourcentage de la capacité nominale lorsque le conducteur est averti que le véhicule est entièrement chargé. Pour les VH qui ne sont pas des VH-RE et pour les VH-RE sans mode prédominant sur batterie tel que visé au point 2, 50, cette entrée est facultative et le paramètre n'est efficace dans l'outil de simulation que si l'entrée est inférieure à la valeur générique mentionnée dans le manuel d'utilisation.

([1]) Règlement (UE) 2024/1257 du Parlement européen et du Conseil du 24 avril 2024 relatif à la réception par type des véhicules à moteur et des moteurs, ainsi que des systèmes, des composants et des entités techniques distinctes destinés à ces véhicules, en ce qui concerne leurs émissions et la durabilité de leurs batteries (Euro 7), modifiant le règlement (UE) 2018/858 du Parlement européen et du Conseil, et abrogeant les règlements (CE) n° 715/2007 et (CE) n° 595/2009 du Parlement européen et du Conseil, le règlement (UE) n° 582/2011 de la Commission, le règlement (UE) 2017/1151 de la Commission, le règlement (UE) 2017/2400 de la Commission et le règlement d'exécution (UE) 2022/1362 de la Commission (JO L, 2024/1257, du 8.5.2024, ELI: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1257/oj).

([2]) Le "fonctionnement normal du véhicule" exclut toute limitation significative de son fonctionnement (par exemple, le "régime 'limp-home'" n'est pas considéré comme relevant du fonctionnement normal du véhicule).».

14) Le tableau suivant est inséré après le tableau 11:

«*Tableau 11 bis*

Paramètres d'entrée par système à pile à combustible

(applicable uniquement si le composant est présent dans le véhicule)

Un ou deux systèmes à pile à combustible différents, chacun pouvant comporter jusqu'à trois unités identiques.

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence
Count	P558	entier	[-]	Nombre d'unités identiques, valeurs admises: "1", "2", "3"
MinPower	P559	entier	[W]	Entrée facultative pour la déclaration de la limite de puissance inférieure applicable du système à pile à combustible au niveau de l'intégration du véhicule.
MaxPower	P560	entier	[W]	Entrée facultative pour la déclaration de la limite de puissance supérieure applicable du système à pile à combustible au niveau de l'intégration du véhicule.
données d'entrée du système à pile à combustible conformément à l'appendice 15 de l'annexe X *ter*»				

15) Le point 6 est remplacé par le texte suivant:

«6. Limites de couple en fonction des rapports de vitesse et désactivation des rapports».

16) Le point 6.2 est remplacé par le texte suivant:

«6.2. Désactivation des rapports de vitesse

Soit pour le rapport le plus élevé uniquement, soit pour les deux rapports les plus élevés (par exemple, les rapports 5 et 6 pour une boîte de vitesses de 6 rapports), le constructeur du véhicule peut déclarer une désactivation complète des rapports en indiquant une limite de couple spécifique de 0 Nm comme donnée d'entrée de l'outil de simulation. Il n'est pas permis de déclarer une telle désactivation uniquement pour le deuxième rapport le plus élevé.».

17) Le point 10 est remplacé par le texte suivant:

«10. VHE, VHPC et PEV

Les dispositions suivantes ne s'appliquent qu'aux VHE, aux VHPC et aux PEV.».

18) Au point 10.1.1, le paragraphe suivant est ajouté:

«Dans le cas d'un VHPC:

a) "F" si un composant de machine électrique est présent dans le véhicule;

b) "F-IEPC" si un composant IEPC est présent dans le véhicule.».

19) Au point 10.1.2, le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Si la configuration du groupe motopropulseur du véhicule conformément au point 10.1.1 est "P", "S", "F" ou "E", la position de la machine électrique installée dans le groupe motopropulseur du véhicule doit être déterminée conformément aux définitions figurant dans le tableau 14.».

20) Le tableau 14 est modifié comme suit:

a) à la ligne «2», colonne «Configuration du groupe motopropulseur conformément au point 10.1.1», le texte est remplacé par le texte suivant:

«E, S, F»;

b) à la deuxième ligne «3», colonne «Configuration du groupe motopropulseur conformément au point 10.1.1», le texte est remplacé par le texte suivant:

«E, S, F»;

c) à la deuxième ligne «4», colonne «Configuration du groupe motopropulseur conformément au point 10.1.1», le texte est remplacé par le texte suivant:

«E, S, F».

21) Au tableau 15, l'entrée suivante est ajoutée:

«VHPC	F	F2	non	non	non	oui	oui	non	oui	non	
		F3	non	non	non	non	non	oui	oui	non	
		F4	non	non	non	non	non	non	non	oui	
		F-IEPC	non	non	non	non	non	non	([1])	non	

([1]) "oui" (c'est-à-dire composant de l'essieu présent) uniquement dans le cas où les deux paramètres "DifferentialIncluded" et "DesignTypeWheelMotor" sont définis sur "false".».

22) Le point suivant est inséré après le tableau 15:

«10.1.4 Définition de l'identifiant de l'architecture pour le second groupe motopropulseur mécaniquement indépendant

Si le véhicule est équipé de deux groupes motopropulseurs qui font tourner différents essieux et qui ne peuvent en aucun cas être mécaniquement raccordés, le constructeur du véhicule doit déclarer un second identifiant de groupe motopropulseur défini conformément au point 10.1.3. En outre, les deux groupes motopropulseurs doivent partager le même SRSEE et distinguer les convertisseurs électriques et mécaniques.

À cet égard, les essieux à entraînement hydraulique doivent, conformément au point 5, second alinéa, point a), de la présente annexe, être traités comme des essieux non moteurs et ne sont donc pas comptabilisés comme un groupe motopropulseur mécaniquement indépendant.

Seuls les groupes motopropulseurs de configuration S, S-IEPC, F, F-IEPC et E, conformément au point 10.1.1, doivent être déclarés en cas de présence d'un second groupe motopropulseur mécaniquement indépendant. En outre, seules les combinaisons d'identifiants de l'architecture des premier et second groupes motopropulseurs associées à un «oui» dans le tableau 15 *bis* peuvent être déclarées.».

23) Le tableau suivant est inséré après le point 10.1.4:

«Tableau 15 bis

Entrées valides de l'architecture du groupe motopropulseur dans l'outil de simulation

Architecture ID \ ArchitectureIDPwt2	E2	E3	E4	E-IEPC	S2	S3	S4	S-IEPC	F2	F3	F4	F-IEPC
E2	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
E3	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
E4	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
E-IEPC	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
S2	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
S3	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
S4	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
S-IEPC	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non
F2	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui
F3	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui
F4	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui
F-IEPC	non	non	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui»

24) Les points suivants sont ajoutés après le point 11.5:

«12. Capacité utilisable du système de stockage de l'hydrogène

La capacité utilisable des systèmes de stockage de carburant contenant de l'hydrogène doit être déterminée.

12.1 Hydrogène gazeux comprimé

La capacité utilisable doit être calculée sur la base de l'équation suivante:

$$m_{usable} = V_{CHSS} \cdot (\rho_{15°C,\,NWP} - \rho_{15°C,\,p_{min,rel}}) \cdot 0,001$$

où:

m_{usable} capacité utilisable [kg]

V_{CHSS} volume de la technologie de stockage de l'hydrogène comprimé [l]

$p_{min,rel}$ pression relative correspondant à l'état du réservoir d'hydrogène vide [MPa]

$\rho_{15\ °C,\ NWP}$ densité de l'hydrogène gazeux comprimé à 15 °C et à la pression de service nominale (NWP), telle que définie au point 2.17 du règlement ONU nº 134 [g/l]
Cette valeur de densité doit être déterminée à partir du tableau 16 par interpolation linéaire.

$\rho_{15\ °C,\ pmin,rel}$ densité de l'hydrogène gazeux comprimé à 15 °C et à $p_{min,rel}$ [g/l]
Cette valeur de densité doit être déterminée à partir du tableau 16 par interpolation linéaire.

Tableau 16

Densité de l'hydrogène comprimé à 15 °C [g/l]

Température (°C)	Pression (MPa)												
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	35	70
15	0,5	0,9	1,7	2,6	3,4	4,2	4,9	5,7	6,5	7,3	8,0	24,0	40,2

12.2 Hydrogène liquide

La capacité utilisable doit être calculée sur la base de l'équation suivante:

$$m_{usable} = V_{LHSS} \bullet (\rho_{full,ref} - \rho_{empty}) \bullet 0,001$$

où:

m_{usable} capacité utilisable [kg]

V_{LHSS} volume de la technologie de stockage de l'hydrogène liquide [l]

$\rho_{full\ ref}$ densité de l'hydrogène liquide correspondant à l'état du réservoir d'hydrogène rempli [g/l], définie par les conditions d'exploitation suivantes:

a) le véhicule est utilisé jusqu'à ce que l'état du réservoir d'hydrogène vide soit atteint;

b) le remplissage commence immédiatement après;

c) s'agissant de l'état de l'hydrogène tel qu'il est fourni par l'infrastructure de ravitaillement, il est fait référence aux normes internationales, le cas échéant.

ρ_{empty} densité de l'hydrogène liquide correspondant à l'état du réservoir d'hydrogène vide [g/l]

Le modèle de calcul des densités doit être communiqué sur demande à l'autorité chargée de la réception.

12.3 Hydrogène cryocomprimé

La capacité utilisable doit être calculée sur la base de l'équation suivante:

$$m_{usable} = V_{CCHSS} \bullet \rho_{filling} \bullet f_{usable} \bullet 0,001$$

$$\rho_{filling} = 0,0589 \bullet p_{filling} + 52,395$$

où:

m_{usable} capacité utilisable [kg]

V_{CCHSS} volume de la technologie de stockage de l'hydrogène cryocomprimé [l]

$\rho_{filling}$ densité de l'hydrogène à la fin du processus de ravitaillement [g/l]

f_{usable} part utilisable déterminée à partir du tableau 17 par interpolation linéaire [-]

$p_{filling}$ pression absolue de l'hydrogène dans le réservoir à la fin du processus de ravitaillement [bar]

La valeur de la pression d'hydrogène dans le réservoir à la fin du processus de ravitaillement utilisée dans les calculs doit être consignée dans la fiche de renseignements relative au système de réservoir d'hydrogène cryocomprimé. Les normes internationales existantes en matière d'infrastructures de ravitaillement en carburant cryocomprimé doivent être prises en compte lors de la détermination de cette valeur, si elles sont déjà disponibles.

Tableau 17

Part utilisable de la masse d'hydrogène dans une technologie de stockage d'hydrogène cryocomprimé [-]

Pression absolue correspondant à l'état du réservoir d'hydrogène vide [bar]	f_{usable} (*) [-]
5	0,97
8	0,95
10	0,93
15	0,88
20	0,85
30	0,75

(*) Les valeurs spécifiées pour f_{usable} supposent que le réservoir est équipé d'un système de chauffage interne activé lorsque la pression minimale est atteinte. En l'absence d'un tel système dans le réservoir, le constructeur doit appliquer, moyennant approbation de l'autorité chargée de la réception, une valeur inférieure pour f_{usable}.»

25) À l'appendice 1, le tableau 1 est modifié comme suit:

a) à la ligne «Véhicule à pile à combustible», colonne «Critères d'exemption», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Les véhicules doivent être exemptés si au moins l'un des critères suivants s'applique:

— le véhicule à pile à combustible n'est pas un véhicule hybride à pile à combustible au sens du point 2, 13), de la présente annexe,

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui ne sont pas placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe,

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui sont placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe, mais qui ne possèdent pas exactement les mêmes caractéristiques (c'est-à-dire le même certificat de composant),

— le véhicule possède une architecture de groupe motopropulseur autre que F2 à F4 et E-IEPC conformément au point 10.1.3 de la présente annexe.»;

b) la ligne «ICE fonctionnant à l'hydrogène» est supprimée;

c) à la ligne «Double carburant (dual-fuel)», dans la colonne «Critères d'exemption», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Véhicules à double carburant équipés d'un moteur fonctionnant au gaz naturel ou au GPL des types 1B, 2B et 3B tels que définis à l'article 2, points 53, 55 et 56, du règlement (UE) nº 582/2011 ou véhicules à double carburant équipés d'un moteur fonctionnant à l'hydrogène d'un type autre que 1A tel que défini à l'article 2, point 52, du règlement (UE) nº 582/2011.»;

d) à la ligne «VHE», colonne «Critères d'exemption», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Les véhicules doivent être exemptés si au moins l'un des critères suivants s'applique:

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui ne sont pas placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe,

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui sont placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe, mais qui ne possèdent pas exactement les mêmes caractéristiques (c'est-à-dire le même certificat de composant),

— le véhicule possède une architecture de groupe motopropulseur autre que P1 à P4, S2 à S4 et S-IEPC conformément au point 10.1.3 de la présente annexe, ou autre que IHPC de type 1.»;

e) à la ligne «PEV», colonne «Critères d'exemption», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Les véhicules doivent être exemptés si au moins l'un des critères suivants s'applique:

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui ne sont pas placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe,

— le véhicule est équipé de plusieurs machines électriques situées dans un même groupe motopropulseur qui sont placées au même point de connexion dans la transmission conformément au point 10.1.2 de la présente annexe, mais qui ne possèdent pas exactement les mêmes caractéristiques (c'est-à-dire le même certificat de composant),

— le véhicule possède une architecture de groupe motopropulseur autre que E2 à E4 et E-IEPC conformément au point 10.1.3 de la présente annexe.»;

f) à la ligne «Groupes motopropulseurs multiples et toujours mécaniquement indépendants», colonne «Critères d'exemption», le premier paragraphe est remplacé par le texte suivant:

«Le véhicule est équipé de plusieurs groupes motopropulseurs qui font tourner différents essieux et qui ne peuvent en aucun cas être mécaniquement raccordés et ce système spécifique ne figure pas parmi les combinaisons autorisées définies au point 10.1.4 de la présente annexe.»;

g) la ligne «Charge en mouvement» est supprimée;

h) la ligne suivante est ajoutée:

«Autres	Toute autre technologie de propulsion ne figurant pas dans le présent tableau pour laquelle il n'est pas possible d'effectuer une simulation conformément à l'article 9 du présent règlement en raison des limitations de l'outil de simulation applicables à cette technologie de propulsion spécifique.	"Other technology Article 9 exempted"»

ANNEXE III

L'annexe IV du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 2, le point suivant est ajouté:

«4) "autonomie hydrogène", distance pouvant être parcourue sur la base de la quantité utilisable d'hydrogène.».

2) Le point 3 est modifié comme suit:

a) la partie I est modifiée comme suit:

a) le point 1.1.9 est supprimé;

b) le point suivant est inséré après le point 1.1.15:

«1.1.15 *bis*. Architecture des VHPC (par exemple F2, F3) ……»;

c) le point 1.1.18 est supprimé;

d) le point 1.1.29 est remplacé par le texte suivant:

«1.1.29. Système de réservoir dans le cas du gaz naturel ou de l'hydrogène (par exemple comprimé, liquéfié) ……»;

e) les points 1.1.31 et 1.1.32 sont insérés après le point 1.1.30:

«1.1.31. Numéro de réception par type du véhicule ……

1.1.32. Numéro de licence de l'outil de simulation: ……»;

f) les points suivants sont insérés après le point 1.8.3:

«1.8.3*bis*. Numéro de licence de la méthode CFD (le cas échéant)……

1.8.3*ter*. Delta CdxA de la CFD (le cas échéant)……»;

g) les points 1.10.5.2 à 1.10.5.5 sont remplacés par le texte suivant:

«1.10.5.2. Type de pompe à chaleur pour refroidissement du compartiment conducteur……

1.10.5.3 Type de pompe à chaleur pour chauffage du compartiment conducteur……

1.10.5.4 Type de pompe à chaleur pour refroidissement du compartiment passagers……;

1.10.5.5 Type de pompe à chaleur pour chauffage du compartiment passagers ……»;

h) le point 1.10.5.7 est remplacé par le texte suivant:

«1.10.5.7. Double vitrage (oui/non...……»;

i) le point suivant est inséré après le point 1.13.15:

«1.13.16 Limites de suralimentation……»;

j) le point suivant est ajouté après le point 1.14.7:

«1.14.7 *bis*. Type de conception des moteurs à roues (oui/non)……»;

k) le point 1.15 est remplacé par le texte suivant:

«1.15. Caractéristiques des systèmes de stockage de l'énergie rechargeables – batterie»;

l) le point 1.15.6 est remplacé par le texte suivant:

«1.15.6. Méthode de certification (valeurs mesurées, valeurs standard)……»;

m) les points suivants sont insérés après le point 1.15.8:

«1.16. Caractéristiques des systèmes de stockage de l'énergie rechargeables – condensateur

1.16.1. Modèle ……

1.16.2. Numéro de certification ……

1.16.3. Capacité (F)……

1.16.4. Tension minimale (V)……

1.16.5. Tension maximale (V)……

1.16.6. Hachage des données d'entrée et des informations d'entrée. ……

1.16.7. Méthode de certification (valeurs mesurées, valeurs standard)……

1.17. Caractéristiques du ou des systèmes à pile à combustible

1.17.1. Modèle ……

1.17.2. Numéro de certification ……

1.17.3. Méthode de certification (valeurs mesurées, valeurs standard)……

1.17.4. Puissance nominale (kW) ……

1.17.5. Comptage……»;

n) le point 2.1 est remplacé par le texte suivant:

«2.1. Paramètres de simulation (pour chaque profil de mission et combinaison de chargement; concernant les VHE-RE, séparément pour le mode épuisement de la charge, maintien de la charge et pondéré et, concernant les VHPC-RE, séparément pour le mode épuisement de la charge et maintien de la charge)»;

o) le point suivant est inséré après le point 2.1.4.:

«2.1.5. Sous-groupe de véhicules primaires……»;

p) les points suivants sont insérés après le point 2.2.8:

«2.2.9. Rendement moyen de la boîte de vitesses (%)……

2.2.10. Rendement moyen des essieux (%) ……»;

q) les points suivants sont insérés après le point 2.3.16.:

«2.3.17. Consommation de carburant et d'énergie du dispositif de chauffage auxiliaire dans le cas d'un véhicule à émission nulle (g/km, g/p-km, l/100km, l/p-km, MJ/km, MJ/p-km). ……

2.3.18. CO_2 d'un dispositif de chauffage auxiliaire dans le cas d'un véhicule à émission nulle (g/km, g/p-km)……

2.3.19. Facteur d'utilisation……»;

r) le point 2.4 est remplacé par le texte suivant:

«2.4. Autonomie en mode électrique et en mode zéro émission (pour le début et la fin de vie)»;

s) le point suivant est inséré après le point 2.4.3.:

«2.4.4. Autonomie hydrogène (km). ……»;

b) la partie II est modifiée comme suit:

a) le point suivant est inséré après le point 1.1.5 *bis*:

«1.1.5 *ter*. Puissance de propulsion totale pertinente pour l'attribution du sous-groupe.....»;

b) le point 1.1.9 est supprimé;

c) le point suivant est inséré après le point 1.1.15:

«1.1.15 *bis*. Architecture des VHPC (par exemple F2, F3).....»;

d) le point 1.1.18 est supprimé;

e) le point suivant est inséré après le point 1.1.21:

«1.1.22. Numéro de réception par type du véhicule ……»;

f) le point suivant est inséré après le point 1.2.18:

«1.2.19. Puissance nominale totale du ou des systèmes à pile à combustible (kW). ……»;

g) le point 2 est remplacé par le texte suivant:

«2. Émissions de CO_2 et consommation de carburant du véhicule (pour chaque profil de mission et combinaison de chargement; concernant les VHE-RE, séparément pour le mode épuisement de la charge, maintien de la charge et pondéré et, concernant les VHPC-RE, séparément pour le mode épuisement de la charge et maintien de la charge)»;

h) les points suivants sont insérés après le point 2.4.5:

«2.4.6. Consommation de carburant et d'énergie du dispositif de chauffage auxiliaire dans le cas d'un véhicule à émission nulle (g/km, g/p-km, l/100km, l/p-km, MJ/km, MJ/p-km)..……

2.4.7. CO_2 d'un dispositif de chauffage auxiliaire dans le cas d'un véhicule à émission nulle (g/km, g/p-km)……

2.4.8. Facteur d'utilisation…… »;

i) le point 2.5 est remplacé par le texte suivant:

«2.5. Autonomie en mode électrique (pour le début et la fin de vie)»;

j) le point suivant est inséré après le point 2.5.3.:

«2.5.4. Autonomie hydrogène (km)…… »;

k) le point 2.6.1 est remplacé par le texte suivant:

«2.6.1. Émissions de CO_2 spécifiques (g/t-km) …… »;

l) le point 2.6.4 est remplacé par le texte suivant:

«2.6.4. Émissions de CO_2 spécifiques (g/p-km)…… .»;

m) les points 2.6.7, 2.6.8 et 2.6.9 sont remplacés par le texte suivant:

«2.6.7. Autonomie réelle en mode épuisement de la charge pour le début et la fin de vie (km)..……

2.6.8. Autonomie équivalente en mode tout électrique pour le début et la fin de vie (km)……

2.6.9. Autonomie avec zéro émission de CO_2 pour le début et la fin de vie (km)..…… »;

n) les points suivants sont insérés après le point 2.6.9:

«2.6.10. Autonomie hydrogène (km)……

2.6.11. CO_2 (g/km) ……

2.6.12. CO_2 (g/m^3-km) ……

2.6.13. Consommation de carburant (g/km) ……

2.6.14. Consommation de carburant (g/t-km) ……

2.6.15. Consommation de carburant (g/p-km) ……

2.6.16. Consommation de carburant (g/m^3-km) ……

2.6.17. Consommation de carburant (l/100 km) ……

2.6.18. Consommation de carburant (l/t-km) ……

2.6.19. Consommation de carburant (l/p-km) ……

2.6.20. Consommation de carburant (l/m^3-km) ……

2.6.21. Consommation d'énergie (MJ/km, kWh/km) ……

2.6.22. Consommation d'énergie (MJ/t-km) ……

2.6.23. Consommation d'énergie (MJ/p-km) ……

2.6.24. Consommation d'énergie (MJ/m^3-km, kWh/m^3-km) …… »;

c) dans la partie III, le point 1.1 est remplacé par le texte suivant:

«1.1. Données d'entrée et informations d'entrée telles que définies à l'annexe III pour le véhicule primaire, sauf: cartographie du carburant moteur; facteurs de correction du moteur WHTC_Urban, WHTC_Rural, WHTC_Motorway, BFColdHot, CFRegPer; caractéristiques du convertisseur de couple; cartographie des pertes pour la boîte de vitesses, le ralentisseur, le renvoi d'angle réducteur et l'essieu; cartographie(s) de la consommation d'énergie électrique pour les systèmes à moteur électrique et les IEPC; paramètres de perte électrique pour le SRSEE; cartographie du carburant pour le FCS».

ANNEXE IV

L'annexe V du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 3.1.2, l'alinéa suivant est ajouté:

«Si un moteur de la famille de moteurs CO_2, définie conformément à l'appendice 3, est installé dans un véhicule équipé d'un dispositif embarqué pour la surveillance et l'enregistrement de la consommation de carburant et/ou d'énergie et du kilométrage des véhicules à moteur, conformément aux exigences visées à l'article 5 *quater*, point b), du règlement (CE) nº 595/2009, le moteur d'essai doit être équipé de ce dispositif embarqué.».

2) Au point 3.1.6.2, l'intitulé du tableau «Tableau 1» est remplacé par l'intitulé «Tableau 1 *bis*».

3) Le point 3.2 est modifié comme suit:

a) le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Le carburant de référence correspondant pour les systèmes moteur faisant l'objet de l'essai est sélectionné dans la liste des types de carburant figurant au tableau 1 et doit être le même que le carburant de référence utilisé pour la réception CE par type conformément au règlement (UE) nº 582/2011. Les propriétés des carburants de référence énumérés dans le tableau 1 correspondent à celles indiquées à l'annexe IX du règlement (CE) nº 582/2011 de la Commission et, pour l'hydrogène, à l'annexe 5 du règlement nº 49 de l'ONU.»;

b) le sixième alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Pour les carburants gazeux et à base d'hydrogène, les normes applicables à la détermination de la VCN selon le tableau 1 contiennent les calculs de la valeur calorifique en fonction de la composition du carburant. La composition des carburants gazeux ou à base d'hydrogène pour la détermination de la VCN découle de l'analyse du lot de carburant de référence utilisé pour les essais de certification. Pour la détermination de la composition du carburant gazeux ou à base d'hydrogène utilisé pour déterminer la VCN, une seule analyse est effectuée par un laboratoire indépendant du fabricant qui demande la certification. Pour les carburants gazeux ou à base d'hydrogène, la VCN est déterminée sur la base de cette analyse unique à la place d'une valeur moyenne obtenue à partir de deux mesures distinctes.»;

c) le septième alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Pour les carburants gazeux et à base d'hydrogène, les basculements entre réservoirs de carburant de lots de production différents sont permis exceptionnellement. Dans ce cas, la VCN de chaque lot de carburant utilisé doit être calculée et la valeur la plus élevée doit être documentée.»;

d) le tableau 1 est modifié comme suit:

a) à la ligne «Diesel / CI», colonne «Type de carburant de référence», le texte est remplacé par le texte suivant:

«B7 ou B100»;

b) la ligne suivante est ajoutée:

«Hydrogène/PI ou hydrogène/CI	Hydrogène	ISO 6976 ou ASTM 3588»

4) Au point 3.2.1, premier alinéa, la seconde phrase est remplacée par le texte suivant:

«L'un des deux carburants de référence doit toujours être B7 ou B100 et l'autre G25, GR, GPL carburant B ou hydrogène.».

5) Au point 3.5, dans le tableau 2, la ligne «Débit massique de carburant pour les carburants gazeux» est remplacée par le texte suivant:

«Débit massique de carburant pour les carburants gazeux et à base d'hydrogène	≤ 1 % de l'étalonnage max.[3]	0,99 – 1,01	≤ 1 % de l'étalonnage max.[3]	≥ 0,995	1 % de la valeur de lecture ou 0,5 % de l'étalonnage max.[3] du débit, retenir l'écart le plus large	≤ 2 s»

6) Au point 4.3.3.1, le paragraphe est remplacé par le texte suivant:

«En plus des dispositions prévues à l'annexe 4 du règlement n° 49 de l'ONU, le débit massique de carburant réel consommé par le moteur conformément au point 3.4 et les données visées au point 4.3.5.3, 5, a), en application de l'essai WHTC, doivent être enregistrés.».

7) Au point 4.3.4.1, le paragraphe est remplacé par le texte suivant:

«En plus des dispositions prévues à l'annexe 4 du règlement n° 49 de l'ONU, le débit massique de carburant réel consommé par le moteur conformément au point 3.4 et les données visées au point 4.3.5.3, 5, a), en application de l'essai WHSC, doivent être enregistrés.».

8) Au point 4.3.5.3, premier alinéa, le point suivant est ajouté après le point 4):

«5) si le moteur d'essai est équipé d'un dispositif embarqué de surveillance et d'enregistrement de la consommation de carburant et/ou d'énergie et du kilométrage des véhicules à moteur, conformément au point 3.1.2:

a) les informations décrites aux points 8.13.15.3 à 8.13.15.8 de l'annexe X *bis*;

b) pour chaque point du débit massique de carburant enregistré conformément au point 3), la valeur instantanée OBFCM du débit de carburant moteur visée au point 5.13 de l'annexe X *bis*;

c) les intervalles de temps entre les différents points du débit massique de carburant enregistrés conformément au point 3).».

9) Au point 5.3.3.1, dans le tableau 4, les entrées suivantes sont ajoutées:

«Hydrogène / PI ou Hydrogène / CI	Hydrogène	120,0
Diesel / CI	B100	37,2»

10) Au point 6.1.9, le texte suivant est ajouté:

«Dans le cas d'un moteur diesel dont l'essai est réalisé au moyen d'un carburant de référence de type B100 conformément au point 3.2, "Diesel B100 CI" est la donnée d'entrée pour l'outil de prétraitement du moteur.».

11) À l'appendice 2, la partie 1 est modifiée comme suit:

a) le point 3.2.2.2 est remplacé par le texte suivant:

«3.2.2.2.	Véhicules utilitaires lourds gazole/ essence/GPL/GN/éthanol (ED95)/ éthanol (E85)/hydrogène (T)/ hydrogène (TD)/hydrogène (U)/ hydrogène (Ud)/diesel B100([1])([11])»							

b) le point 3.2.17.1 est remplacé par le texte suivant:

«3.2.17.1.	Carburant: GPL/GN-H/GN-L/GN-HL/hydrogène (T)/hydrogène (TD)/ hydrogène (U)/hydrogène (UD([1])([11])»							

c) le point 3.5.5.2.1 est remplacé par le texte suivant:

«3.5.5.2.1	Pour les moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL: émissions de CO_2 spécifiques au cours de l'essai WHSC conformément au point 6.1 de l'appendice 4, g/kWh»							

d) les points suivants sont insérés après le point 3.5.5.2.1:

«3.5.5.2.2	Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène: consommation d'énergie spécifique au cours de l'essai WHSC conformément au point 6.2 de l'appendice 4, MJ/kWh							
3.5.5.2.3	Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène: consommation de diesel spécifique au cours de l'essai WHSC, $SFC_{WHSC, corr}$, déterminée conformément au point 6 de l'appendice 4, g/kWh»							

e) la note de bas de tableau suivante est ajoutée:

«(11) Pour les moteurs fonctionnant à l'hydrogène, les lettres T, TD, U et UD ont la signification suivante:

a) T signifie qu'un moteur à allumage commandé est réceptionné et étalonné pour l'hydrogène gazeux;

b) TD signifie qu'un moteur à allumage par compression est réceptionné et étalonné pour l'hydrogène gazeux;

c) U signifie qu'un moteur à allumage commandé est réceptionné et étalonné pour l'hydrogène liquéfié;

d) UD signifie qu'un moteur à allumage par compression est réceptionné et étalonné pour l'hydrogène liquéfié.».

12) À l'appendice 3, les points suivants sont ajoutés après le point 1.10.1:

«1.11. Dispositions particulières pour les moteurs diesel dont l'essai est réalisé au moyen d'un carburant de référence de type B100

1.11.1 Tous les moteurs appartenant à la même famille de moteurs CO_2 doivent être capables de fonctionner avec du B100 pur et avec une gamme de mélanges de biodiesel strictement identique à celle indiquée au point 3.2.2.2.1 du document d'information établi conformément à l'appendice 2.».

13) L'appendice 4 est modifié comme suit:

a) le point 4 est modifié comme suit:

a) l'alinéa suivant est inséré après le deuxième alinéa:

«Si un moteur de la famille de moteurs CO_2 sélectionnée conformément au point 3 est installé dans un véhicule équipé d'un dispositif embarqué pour la surveillance et l'enregistrement de la consommation de carburant et/ou d'énergie et du kilométrage des véhicules à moteur, conformément aux exigences visées à l'article 5 *quater*, point b), du règlement (CE) n° 595/2009, le moteur d'essai est équipé de ce dispositif embarqué.»;

b) au cinquième alinéa, point 3), l'alinéa suivant est ajouté:

«En cas d'utilisation d'un carburant du marché ou d'un carburant de référence du type hydrogène, la VCN est calculée conformément aux normes applicables figurant dans le tableau 1 de la présente annexe, sur la base de l'analyse du carburant présentée par son fournisseur;»;

b) au point 5.3, premier alinéa, le point b) est modifié comme suit:

a) au point E, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«pour les moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, le point D ci-dessus ne s'applique pas.»;

b) le point suivant est ajouté:

«F. Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, le point D ne s'applique pas. Au lieu de cela, le coefficient d'évolution est calculé en divisant la consommation d'énergie spécifique du deuxième essai par la consommation d'énergie spécifique du premier. Les deux valeurs pour la consommation d'énergie spécifique sont déterminées conformément aux dispositions du point 6.2 du présent appendice en utilisant les deux valeurs de $SFC_{WHSC,corr,}$ déterminées conformément au point C. Le coefficient d'évolution peut avoir une valeur inférieure à un.»;

c) le point 5.4 est remplacé par le texte suivant:

«5.4. Si les dispositions prévues au point 5.3, b, du présent appendice sont appliquées, les moteurs suivants sélectionnés pour les essais de conformité des propriétés en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant ne sont pas soumis au rodage, mais leur consommation de carburant spécifique sur la durée de l'essai WHSC, leurs émissions de CO_2 spécifiques sur la durée de l'essai WHSC dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant au gaz nature ou au GPL, ou leur consommation d'énergie spécifique dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, déterminées sur le moteur qui vient d'être fabriqué avec un rodage maximum de 15 heures selon le point 5.1 du présent appendice, est multipliée par le coefficient d'évolution.»;

d) le point 5.5 est modifié comme suit:

a) la partie introductive est remplacée par le texte suivant:

«Dans le cas décrit au point 5.4 du présent appendice, les valeurs correspondant à la consommation de carburant spécifique sur la durée de l'essai WHSC ou, dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, aux émissions de CO_2 spécifiques sur la durée de l'essai WHSC ou, dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, à la consommation d'énergie spécifique à utiliser doivent être les suivantes:»;

b) le point b) est remplacé par le texte suivant:

«b) pour les autres moteurs, les valeurs déterminées sur le moteur qui vient d'être fabriqué, avec un temps de rodage maximum de 15 heures conformément au point 5.1 du présent appendice, multipliées par le coefficient d'évolution déterminé conformément au point 5.3, b, D, du présent appendice, au point 5.3, b, E, du présent appendice dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL ou au point 5.3, b, F, du présent appendice dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène.»;

e) au point 5.6, la deuxième phrase est remplacée par le texte suivant:

«Dans ce cas, la consommation de carburant spécifique sur la durée de l'essai WHSC ou, dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, les émissions de CO_2 spécifiques sur la durée de l'essai WHSC ou, dans le cas des moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, la consommation d'énergie spécifique, déterminées sur le moteur qui vient d'être fabriqué, avec un temps de rodage maximum de 15 heures conformément au point 5.1 du présent appendice, sont multipliées par le coefficient d'évolution générique de 0,99.»;

f) le point 6.1 est modifié comme suit:

a) le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Pour les moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, la valeur cible servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est calculée à partir des deux valeurs distinctes relatives à la consommation de carburant spécifique corrigée sur la durée du WHSC, $SFC_{WHSC,corr,}$, en g/kWh, déterminée conformément au point 5.3.3 de la présente annexe. Chacune des deux valeurs distinctes pour chaque carburant est multipliée par le facteur d'émission de CO_2 correspondant à chaque carburant conformément au tableau 1 du présent appendice. La somme des deux valeurs obtenues pour les émissions de CO_2 spécifiques sur la durée du WHSC définit la valeur cible applicable servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant des moteurs à double carburant fonctionnant au gaz ou au GPL.»;

b) au tableau 1, la ligne suivante est ajoutée:

«Diesel / CI	B100	2,83»

g) le point suivant est ajouté après le point 6.1:

«6.2. Prescriptions spécifiques pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène

Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène:, la valeur cible servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est calculée à partir des deux valeurs distinctes relatives à la consommation de carburant spécifique corrigée sur la durée du WHSC, $SFC_{WHSC,corr}$,, en g/kWh, déterminée conformément au point 5.3.3 de la présente annexe. Chacune des deux valeurs distinctes pour chaque carburant est multipliée par le VCN_{std} correspondant, comme indiqué au point 5.3.3.1, puis par un facteur de 0,001. La somme des deux valeurs obtenues pour la consommation d'énergie spécifique sur la durée du WHSC définit la valeur cible applicable servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant des moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène.»;

h) le point 7.6 est remplacé par le texte suivant:

«7.6. Pour les moteurs à double carburant fonctionnant au gaz naturel ou au GPL, le point 7.5 ne s'applique pas. Au lieu de cela, la valeur réelle servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est la somme des deux valeurs obtenues pour les émissions de CO_2 spécifiques sur la durée du WHSC, déterminées conformément aux dispositions énoncées au point 6.1 du présent appendice, à l'aide des deux valeurs $SFC_{WHSC,corr}$ déterminées conformément au point 7.4 du présent appendice.»;

i) le point suivant est ajouté après le point 7.6:

«7.7. Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, le point 7.5 ne s'applique pas. Au lieu de cela, la valeur réelle servant à l'évaluation de la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est la somme des deux valeurs obtenues pour la consommation d'énergie spécifique sur la durée du WHSC, déterminées conformément aux dispositions du point 6.2, à l'aide des deux valeurs $SFC_{WHSC,corr}$ déterminées conformément au point 7.4.»;

j) le point 8 est remplacé par le texte suivant:

«8. Limite de conformité d'un essai unique

Pour les moteurs diesel (B7 ou B100), les valeurs limites pour l'évaluation de la conformité d'un seul moteur soumis aux essais correspondent à la valeur cible déterminée conformément au point 6 plus 4 %.

Pour les moteurs fonctionnant avec un carburant unique autre que le gazole (B7 ou B100) et pour les moteurs à double carburant, les valeurs limites pour l'évaluation de la conformité d'un seul moteur soumis aux essais correspondent à la valeur cible déterminée conformément au point 6 plus 5 %.»;

k) le point suivant est inséré après le point 8:

«8.1. Pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, une valeur limite supplémentaire concernant la consommation spécifique de gazole sur la durée de l'essai WHSC, $SFC_{WHSC,corr}$, s'applique. La valeur limite supplémentaire applicable pour l'évaluation de la conformité d'un moteur unique soumis aux essais est la consommation spécifique de gazole sur la durée de l'essai WHSC, $SFC_{WHSC,corr}$, déterminée conformément au point 6, plus une tolérance de 4 g/kWh.»;

l) au point 9.2, l'alinéa suivant est ajouté:

«Nonobstant le premier paragraphe, pour les moteurs à double carburant fonctionnant à l'hydrogène, un essai unique d'un seul moteur soumis aux essais conformément au point 4 du présent appendice est également jugé non conforme lorsque la valeur réelle de la consommation spécifique de gazole sur la durée de l'essai WHSC, $SFC_{WHSC,corr}$, déterminée selon le point 7 est supérieure aux valeurs limites définies selon le point 8.1.».

14) À l'appendice 7, dans le tableau 1 *bis*, la ligne «FuelType» est remplacée par le texte suivant:

«FuelType	P193	chaîne de caractères	[-]	Valeurs admises: "Diesel CI", "Ethanol CI", "Petrol PI", "Ethanol PI", "LPG PI", "NG PI", "NG CI", "H2 CI", "H2 PI", "Diesel B100 CI".»

ANNEXE V

L'annexe VI du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Le point 4.1.7.2 figurant après le point 4.2.7.1 est remplacé par le texte suivant:

«4.2.7.2. Séquence de mesure».

2) Le point suivant est ajouté après le point 6.1.2.1:

«6.1.3. Cas C: courroie (ou technologie similaire) utilisée pour raccorder un système de machine électrique au groupe motopropulseur principal du véhicule (telle que définie dans la description des données d'entrée facultatives ADC figurant dans le tableau 8 de l'annexe III du présent règlement).

Dans ce cas, les données d'entrée requises conformément au tableau 7 de l'appendice 12 sont déterminées conformément aux dispositions définies à l'appendice 11, où la valeur de f_T est de 0,08 et le couple maximal disponible du système de machine électrique est utilisé pour $T_{max,in}$».

3) Au point 7.6, la seconde phrase est remplacée par le texte suivant:

«Il convient de soumettre aux essais une seule boîte de vitesses par famille.».

4) Au point 7.10, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«Nonobstant le point 7.6, si le résultat d'un essai réalisé conformément au point 8 est supérieur à celui indiqué au point 8.1.3, trois boîtes de vitesses supplémentaires de la même famille doivent être soumises aux essais.».

5) À l'appendice 9, la seconde section «Point de calage» est remplacée par le texte suivant:

«Point de calage:

— rapport de couple au point de calage v_0=0:

$\mu(v_0)=1,8/v_s$».

6) À l'appendice 12, dans le tableau 1, à la ligne «DifferentialIncluded», colonne «Description/Référence», le texte suivant est ajouté:

«Ce paramètre d'entrée n'est requis que pour les véhicules à traction avant.».

ANNEXE VI

«ANNEXE VII BIS

Procédure de certification pour les essais relatifs aux extrémités des roues

1. Introduction et définitions

1.1 Introduction

La présente annexe décrit la procédure de certification relative aux pertes de friction des extrémités de roue pour les applications des essieux non moteurs. La certification des extrémités de roues sur les essieux moteurs est incluse dans la procédure prévue à l'annexe VII.

En lieu et place de la certification des extrémités de roue, il est possible d'appliquer les pertes de friction standard des extrémités de roues, telles que définies au point 6, aux fins de la détermination des émissions de CO_2 spécifiques du véhicule.

1.2 Définitions

Pour les besoins de la présente annexe, on entend par:

1) "roulement de roue": les roulements utilisés pour supporter une extrémité de roue dans un véhicule;

2) "extrémité de roue": l'ensemble des éléments qui établissent le raccordement entre la roue et l'essieu, qui comprend les roulements, les joints et les lubrifiants ainsi que le moyeu, le cas échéant, et tous les autres composants pertinents pour le frottement de rotation, et qui peut exclure le disque de frein et la bride de roue;

3) "charge radiale": la charge appliquée à l'extrémité de roue perpendiculairement et verticalement par rapport à l'axe de l'arbre;

4) "charge axiale": la charge appliquée à l'extrémité de roue dans la direction de l'axe de l'arbre, compte tenu du rayon de roue dynamique;

5) "position de la ligne de charge":, la position sur l'extrémité de roue par laquelle la charge radiale est appliquée;

6) "fabricant d'extrémité de roue": l'entité juridique qui produit l'extrémité de roue;

7) "famille d'extrémités de roues": un groupement, effectué par le fabricant, d'extrémités de roues qui, par leur conception, telle que définie au point 2.3, possèdent des caractéristiques de conception similaires et des propriétés similaires pour ce qui concerne les émissions de CO_2 et la consommation de carburant;

8) "client": l'entité juridique qui vend le véhicule ou l'essieu dans lequel l'extrémité de roue est installée;

9) "entité d'essai": l'entité juridique responsable de l'essai de l'extrémité de roue, soit le fabricant de celle-ci, soit un tiers;

10) "garniture": la partie du roulement de la roue destinée à empêcher l'intrusion de particules ou de liquides dans celui-ci ou à empêcher les fuites de lubrifiant;

11) "jeu": la distance totale sur laquelle une bague de roulement peut être déplacée par rapport à l'autre dans le sens axial;

12) "précharge": le jeu de fonctionnement négatif dans le roulement de roue;

13) "bague intérieure": la ou les bagues des roulements de roue d'un diamètre inférieur à celui de la bague extérieure;

14) "bague extérieure": la ou les bagues des roulements de roue d'un diamètre supérieur à celui de la bague intérieure;

15) "mesure": la mesure des pertes de friction à l'extrémité de roue, exprimée sous la forme d'un couple de friction, en Nm;

16) "charge nominale du roulement": la charge maximale de conception telle que définie dans les caractéristiques du roulement de roue;

17) "diamètre primitif": la distance entre le centre géométrique de deux éléments roulants dans un roulement de roue lorsque les deux éléments roulants sont diamétralement opposés;

18) “procédure de rodage”: la procédure consistant à conditionner une extrémité de roue inutilisée en charge afin de l’amener à des conditions d’utilisation représentatives.

2. Prescriptions générales

2.1 Choix des extrémités de roue

Les extrémités des roues utilisées pour la vérification des mesures des pertes de friction doivent être neuves.

Elles doivent être identiques à celles destinées à la production en série qui seront installées dans les applications du client, telles que définies dans le cahier des charges.

Ces spécifications précisent entre autres les dimensions, les matériaux, la qualité et les traitements des surfaces, le nombre de galets de roulement, l’étanchéité, le type, la qualité et la quantité du lubrifiant, ainsi que toute autre caractéristique pertinente pour la friction de l’extrémité de roue.

2.2 Nombre d’extrémités de roues à soumettre aux essais

Aux fins de la certification CO_2 d’une famille d’extrémités de roues, au moins quatre extrémités différentes correspondant au parent de cette famille doivent être soumises à essais conformément aux procédures décrites aux points 3 et 4, en utilisant pour chacune les mêmes incréments cibles de vitesse et de charge.

2.3 Paramètres définissant la famille d’extrémités de roues

Les critères suivants doivent être identiques pour tous les membres d’une même famille d’extrémité de roues:

— quantité d’éléments roulants,

— diamètre des éléments roulants à ± 0,5 mm (mesuré perpendiculaire et au centre de l’axe long),

— longueur des éléments roulants à ± 1 mm (mesurée sur l’axe long),

— diamètre primitif à ± 1 mm,

— nombre de rangées,

— angle de contact de la bague extérieure avec les éléments roulants à ± 1deg.,

— type de lubrifiant: huile ou graisse,

— position de la ligne de charge (si le parent de la famille n’est pas soumis à l’essai à la position indiquée à la figure 2).

2.4 Choix du parent de la famille d’extrémités de roues

Le parent d’une famille d’extrémités de roues doit être le membre présentant la friction la plus élevée.

Si une famille compte plusieurs membres, l’entité d’essai doit justifier le choix de son parent sur la base des propriétés des composants.

La charge nominale du roulement pour la famille doit être la plus élevée de tous les membres de la famille.

Pour chaque membre de la famille, l’entité d’essai fournit des données quantifiables concernant:

— la performance des joints (par exemple, pertes de friction),

— la performance de la lubrification (huile ou graisse) (viscosité, par exemple),

— la plage de précharge/jeu (par exemple, maximum et minimum).

L’autorité chargée de la réception peut demander à l’entité d’essai de fournir une justification supplémentaire, notamment au moyen de simulations ou de calculs, lorsqu’elle estime que les propriétés énumérées au quatrième alinéa sont suffisantes pour justifier le choix de la famille.

2.5 Rodage

L'entité d'essai doit appliquer une procédure de rodage aux extrémités des roues.

La procédure de rodage doit utiliser le même montage d'essai et satisfaire aux mêmes prescriptions que les mesures des pertes de friction.

2.5.1 Procédure de rodage

La procédure de rodage comprend quatre phases successives.

Au cours de la première phase, l'extrémité de roue doit tourner dans le sens des aiguilles d'une montre à une vitesse constante de 300 tr/min, avec application d'une charge radiale correspondant à 50 % de la charge nominale du roulement pendant une durée de 60 ± 2 minutes.

Au cours de la deuxième phase, l'extrémité de roue doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à une vitesse constante de 300 tr/min, avec application d'une charge radiale correspondant à 50 % de la charge nominale du roulement pendant une durée de 60 ± 2 minutes.

Au cours de la troisième phase, l'extrémité de roue doit tourner dans le sens des aiguilles d'une montre à une vitesse constante de 500 tr/min, avec application d'une charge radiale correspondant à 100 % de la charge nominale du roulement pendant une durée de 660 ± 2 minutes.

Au cours de la quatrième phase, l'extrémité de roue doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à une vitesse constante de 500 tr/min, avec application d'une charge radiale correspondant à 100 % de la charge nominale du roulement pendant une durée de 660 ±2 minutes.

La procédure de rodage doit être documentée par l'entité d'essai pour ce qui est de la durée, de la vitesse, de la charge radiale et de la température du roulement, et fait l'objet d'un rapport à l'autorité chargée de la réception.

2.6 Lubrifiants

2.6.1 Prescriptions relatives aux lubrifiants

Le lubrifiant doit être identique, pour ce qui concerne le type, la qualité et la quantité, à ceux destinés à la production en série qui seront utilisés dans les applications du client, tels que définis dans le cahier des charges.

Si le fabricant d'extrémités de roue ne livre pas de lubrifiant avec le roulement, il incombe au client de fournir les informations nécessaires sur le lubrifiant qui sera utilisé dans l'application finale afin de permettre un essai précis de l'extrémité de roue.

2.6.2 Huile lubrifiante

Si le lubrifiant utilisé est un type d'huile, le niveau d'huile à l'intérieur du roulement doit être celui défini dans les caractéristiques de l'essieu. En l'absence de spécification, le niveau d'huile maximal géométriquement possible de l'essieu doit être appliqué.

2.7 Jeu de fonctionnement/précharge

Si le jeu de fonctionnement/la précharge du roulement peuvent être ajustés, le jeu/la précharge utilisés pour l'essai du roulement de roue doivent être réglés à la moyenne arithmétique de la plage de jeu/précharge définie dans les caractéristiques, avec une tolérance de ± 20 µm.

2.8 Joints

Les joints utilisés pour l'essai de l'extrémité de roue doivent être identiques à ceux destinés à la production en série, qui seront installés dans les applications du client, tels que définis dans le cahier des charges.

Si le fabricant d'extrémités de roue ne fournit pas de joints avec l'extrémité de roue, il incombe au client de fournir les informations nécessaires sur les joints qui seront utilisés dans l'application finale afin de permettre un essai précis de l'extrémité de roue.

3. Procédure d'essai pour les extrémités des roues

3.1 Conditions d'essai

3.1.1 Température ambiante

La température à l'intérieur de la chambre d'essai doit être maintenue à 25 °C ±10 °C. La température ambiante est mesurée à une distance d'un mètre par rapport à la bague extérieure du roulement de roue et consignée dans le rapport d'essai. Il s'agit d'une température cible pour l'entité d'essai, pour laquelle des écarts systématiques entre les essais ne sont pas autorisés.

3.1.2 Température du roulement de roue

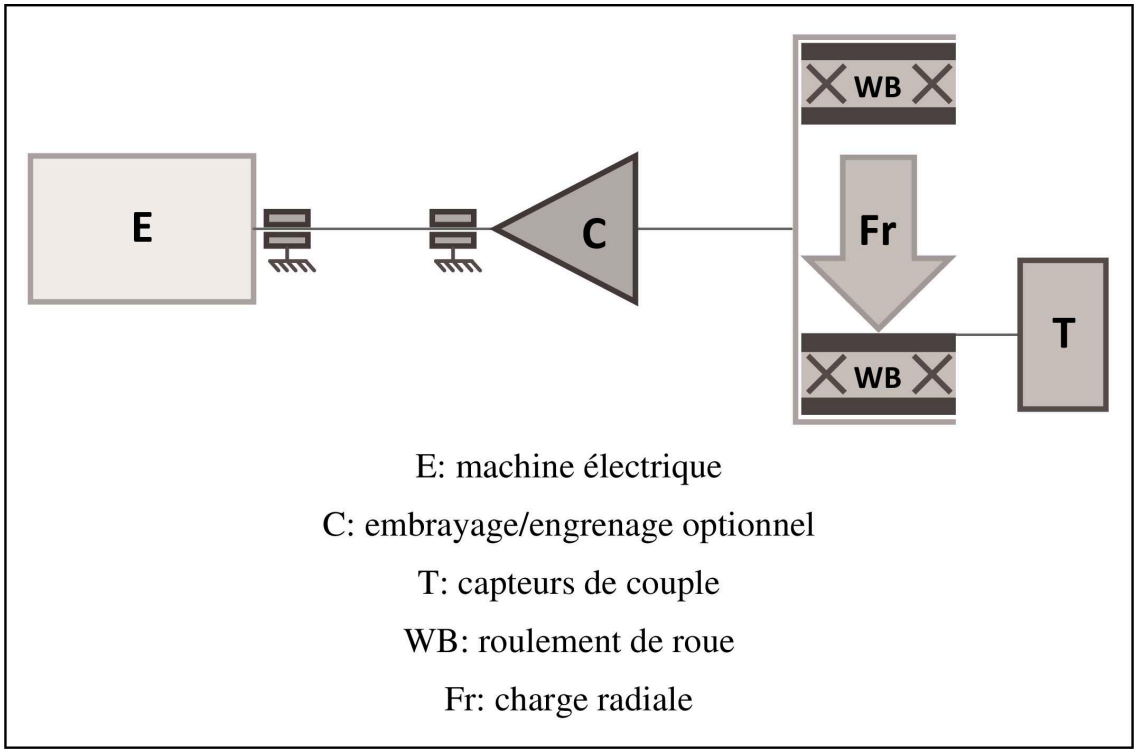
La température du roulement de roue doit être mesurée sur le côté alésage de la bague intérieure située sur le côté intérieur du véhicule. Pendant les mesures, la température du roulement de roue doit être maintenue à une température maximale de 60 °C. À cette fin, un refroidissement par air peut être appliqué conformément au point 3.3.5.

3.2 Montage d'essai

Le montage d'essai doit être identique à celui illustré à la figure 1.

Figure 1

Schéma simplifié du montage d'essai



3.2.1 Installation de dispositifs de mesure du couple, de la charge, de la température et de la vitesse

Des dispositifs de mesure du couple sont installés afin de mesurer les pertes de friction dans l'extrémité de roue, de manière à réduire au minimum les effets parasites.

Un dispositif de mesure de la vitesse est installé pour mesurer la vitesse de rotation de l'extrémité de roue.

Un dispositif de mesure de la température est installé pour mesurer la température du côté alésage de la bague intérieure sur le côté intérieur du véhicule.

Un dispositif de mesure de la charge est installé pour mesurer la charge radiale appliquée sur l'extrémité de roue.

3.2.2 Montage d'essai

Le montage d'essai est constitué d'une machine électrique utilisée pour appliquer une vitesse de rotation à l'extrémité de roue et d'un dispositif capable d'appliquer une charge radiale sur l'extrémité de roue.

L'extrémité de roue doit être installée de telle sorte que la bague extérieure du roulement de roue tourne et soit utilisée pour l'entrée de vitesse, tandis que la bague intérieure ne tourne pas.

Des engrenages et embrayages sont autorisés entre la machine électrique et l'extrémité de roue, à condition qu'ils n'influencent pas les résultats des mesures.

3.2.3 Équipement de mesure

Les équipements du laboratoire d'étalonnage doivent être conformes aux prescriptions de la norme IATF 16949, de la série de normes ISO 9000 ou de la norme ISO/IEC 17025. Tous les équipements de mesure de référence du laboratoire, utilisés pour l'étalonnage et/ou la vérification, doivent se référer à des normes nationales (internationales).

Les précisions de mesure fixées aux points 3.2.3.1 à 3.2.3.4 concernent l'ensemble de la chaîne de mesure, y compris les capteurs et les sources supplémentaires d'inexactitude. Les tolérances spécifiées pour l'incertitude ne doivent pas être utilisées pour les écarts systématiques lorsque des instruments de mesure sont appliqués avec une plus grande précision.

3.2.3.1 Couple de friction

L'incertitude de la mesure du couple pour la mesure du couple de friction de l'extrémité de roue ne doit pas dépasser ± 0,2 Nm.

En cas d'incertitude plus élevée, les mesures sont calculées comme indiqué au point 3.4.6.

3.2.3.2 Charge radiale

L'incertitude de la mesure de la charge pour la mesure de la charge radiale appliquée à l'extrémité de roue ne doit pas dépasser ± 1 kN.

Si la charge radiale est appliquée en tant que masse, celle-ci doit être convertie en appliquant la constante gravitationnelle de 9,81 N/kg.

3.2.3.3 Vitesse de rotation

L'incertitude de la mesure de la vitesse de rotation pour la mesure de la vitesse de l'extrémité de roue ne doit pas dépasser ± 2,5 tours par minute.

3.2.3.4 Températures

L'incertitude de la mesure de la température pour la mesure de la température ambiante ne doit pas dépasser ± 2 °C.

L'incertitude de la mesure de la température pour la mesure de la température du roulement de roue ne doit pas dépasser ± 2 °C.

3.2.4 Signaux de mesure et enregistrement des données

Les signaux suivants sont enregistrés pour les besoins du calcul des pertes de couple de friction:

a) vitesse de rotation d'entrée [tours/min.];

b) couple de friction de l'extrémité de roue [Nm];

c) charge radiale appliquée [kN];

d) température du roulement [°C];

e) température ambiante [°C].

Les fréquences de prélèvement minimales suivantes des capteurs sont appliquées:

a) Couple de friction: 300 Hz

b) Vitesse de rotation: 100 Hz

c) Températures: 10 Hz

d) Charge: 10 Hz

Les données brutes du couple de friction doivent être filtrées par un filtre passe-bas approprié tel qu'un filtre Butterworth 2e ordre avec une fréquence de coupure de 0,1 Hz. Un filtrage des autres signaux peut être appliqué en accord avec l'autorité chargée de la réception. Il convient d'éviter tout effet de repliement.

Les données brutes ne doivent pas être transmises.

3.3 Procédure d'essai

Pour déterminer la cartographie de perte de couple pour une extrémité de roue, les points d'intersection des données de cette cartographie doivent être mesurés comme indiqué au point 3.4.

La mesure d'un point d'intersection ne peut être répétée que s'il existe une raison technique justifiée de le faire, telle que la défaillance d'un capteur de mesure. Cette répétition doit être consignée dans le procès-verbal d'essai. L'essai total d'un échantillon d'extrémité de roue, depuis le début du rodage jusqu'à la fin du dernier point d'intersection, doit être terminé dans un délai maximal de 55 heures, faute de quoi l'essai de l'échantillon sera nul.

3.3.1 Plage de charge radiale

La cartographie des pertes de friction doit être mesurée avec des charges radiales correspondant à 25 %, 50 % et 100 % de la charge nominale du roulement.

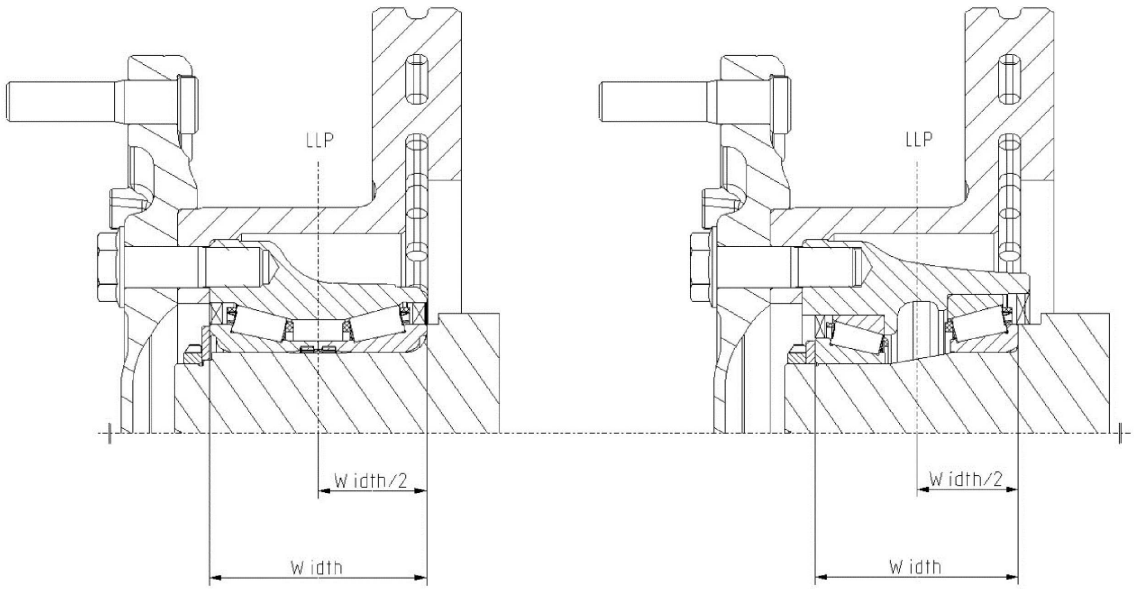
Les charges cibles doivent être déclarées par l'entité d'essai en même temps que la charge effectivement mesurée.

3.3.2 Position de la ligne de charge radiale

La charge radiale doit être appliquée au centre de l'extrémité de roue, de sorte que la position de la ligne de charge soit située au centre du roulement de roue à ± 0,5 mm. Le centre du roulement de roue est déterminé comme étant le milieu des positions extérieures des bagues intérieures du roulement (voir figure 2).

Figure 2

Détermination de la position de la ligne de charge



À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité chargée de la réception, la position de la ligne de charge peut être choisie à l'extérieur du centre du roulement. Dans ce cas, le constructeur doit apporter la preuve que cette position correspond à l'application de l'extrémité de roue.

3.3.3 Charge axiale

Aux fins des mesures visées dans le présent point, aucune charge axiale ne doit être appliquée sur les extrémités de roue.

3.3.4 Plage de vitesses de rotation

L'extrémité de roue doit être soumise à des essais à 250 et 500 tr/min. Tous les points de vitesse de rotation sont mesurés dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, conformément à la séquence d'essai spécifiée au point 3.4.1. Les résultats peuvent être consignés sous la forme de valeurs moyennes mesurées dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

3.3.5 Refroidissement et chauffage

L'extrémité de roue peut être refroidie à l'air par un ventilateur utilisant de l'air ambiant à la température ambiante définie au point 3.1.1. Aucun autre refroidissement ou chauffage externe n'est autorisé. Dans le cas où le refroidissement à l'air est utilisé, la même condition de refroidissement doit être appliquée à toutes les extrémités de roue soumises à essais à tous les points d'intersection.

3.4 Mesure des cartographies des pertes de couple de friction

3.4.1 Séquence d'essai

La séquence d'essai à appliquer dépend de la configuration de mesure du montage d'essai.

Si la configuration de mesure est telle que la charge radiale et le couple de friction sont tous deux déterminés individuellement par un dispositif de mesure du couple dédié, l'essai de l'extrémité de roue doit suivre la séquence d'essai A décrite au point 3.4.1.1.

Si la configuration de mesure est telle que la charge radiale et le couple de friction sont déterminés simultanément par le même dispositif de mesure du couple, l'essai de l'extrémité de roue doit suivre la séquence d'essai B décrite au point 3.4.1.2.

Si, sur la base des descriptions fonctionnelles visées aux deuxième et troisième alinéas, l'entité d'essai ne peut déterminer quelle séquence doit être utilisée, la séquence d'essai A doit être appliquée.

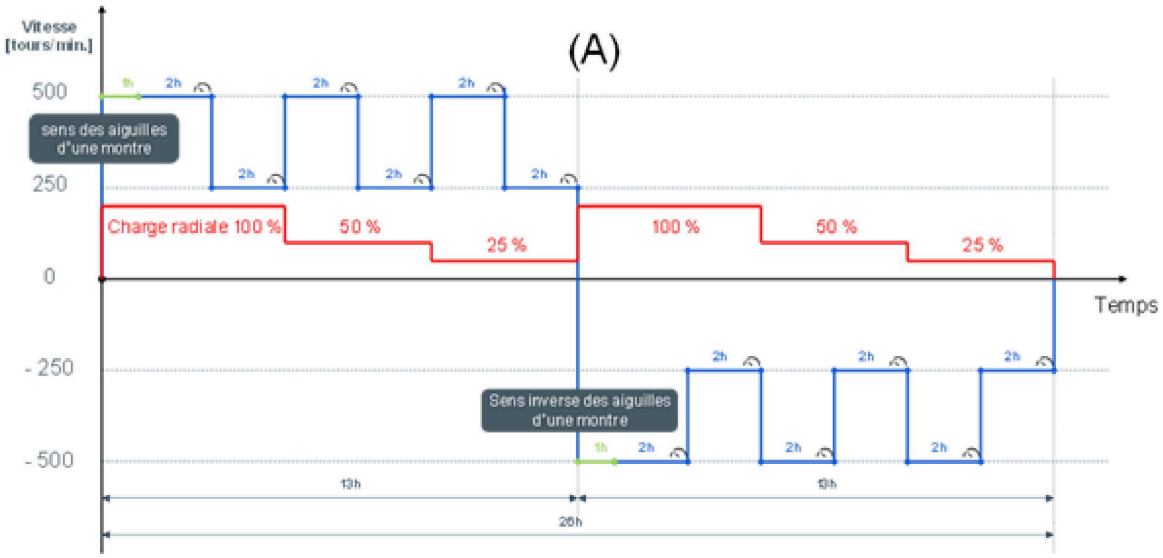
3.4.1.1 Séquence d'essai A

Les mesures de friction des points d'intersection doivent commencer à la charge radiale la plus élevée et descendre jusqu'à la charge radiale la plus faible, tandis qu'à chaque échelon de charge, la vitesse de rotation la plus élevée puis la vitesse de rotation la plus basse doivent être appliquées. Une fois que le point d'intersection a été mesuré à la charge la plus basse et à la vitesse de rotation la plus basse, le sens de rotation de l'extrémité de roue est inversé et la séquence décrite précédemment est répétée.

La séquence d'essai est présentée schématiquement à la figure 3.

Figure 3

Schéma de la séquence d'essai A



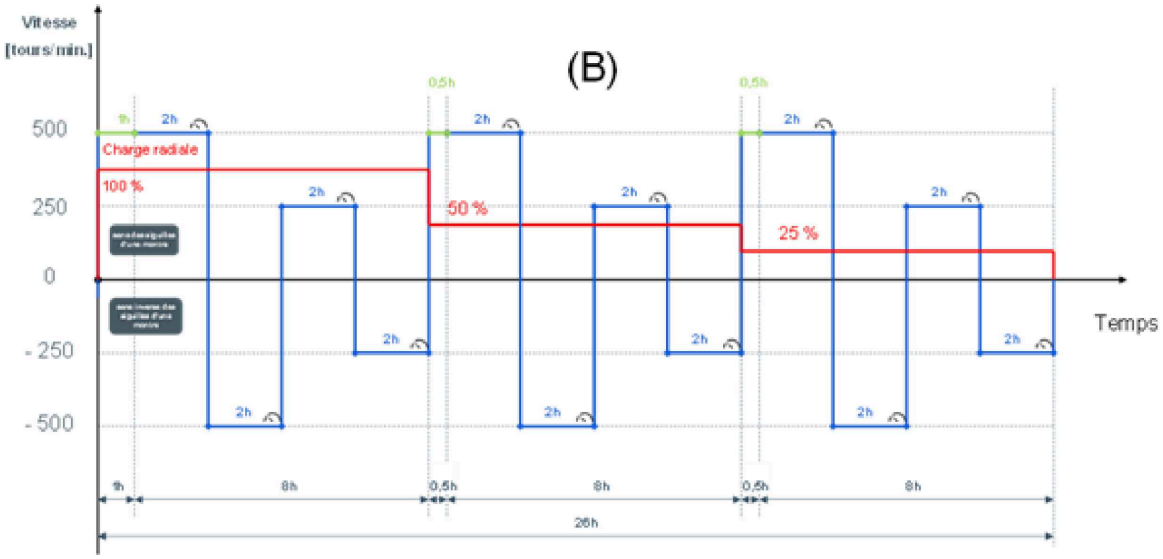
3.4.1.2 Séquence d'essai B

Les mesures de friction des points d'intersection doivent commencer à la charge radiale et à la vitesse de rotation les plus élevées. Ensuite, le sens de rotation est inversé et le même point de charge/vitesse est mesuré. Le sens de rotation est à nouveau inversé, avec maintien de la même charge, et la friction est mesurée à la vitesse de rotation la plus basse. Ce point charge/vitesse est également mesuré dans les deux sens de rotation. La séquence décrite précédemment est répétée pour les réglages de charge radiale de 50 % et 25 %.

La séquence d'essai est présentée schématiquement à la figure 4.

Figure 4

Schéma de la séquence d'essai B



3.4.2 Stabilisation et durée de la mesure

Pour chaque point d'intersection, l'entité d'essai doit prévoir une période de stabilisation de 117 ± 2 minutes avant le début de la mesure. En outre, les périodes de stabilisation suivantes sont appliquées:

— Pour la séquence d'essai A:

Avant le premier point d'intersection et avant le septième point d'intersection (après que le sens de rotation a été inversé), la période de stabilisation doit être prolongée de 60 ± 2 minutes supplémentaires. Les temps de stabilisation sont indiqués à la figure 3.

— Pour la séquence d'essai B:

Avant le premier point d'intersection, la période de stabilisation doit être prolongée de 60 ± 2 minutes supplémentaires. Avant le cinquième et le neuvième point d'intersection, la période de stabilisation doit être prolongée de 30 ± 2 minutes supplémentaires. Les temps de stabilisation sont indiqués à la figure 4.

La friction pour chaque point d'intersection est mesurée pendant les 180 dernières secondes de la phase à vitesse constante correspondante. Si le critère de stabilisation décrit au point 3.4.3 n'est pas rempli au cours des 180 dernières secondes du point d'intersection, la mesure peut être effectuée sur le premier segment ininterrompu antérieur de 180 secondes lorsque le critère de stabilisation était rempli.

Dans le cas où le montage d'essai est équipé d'un support pour l'extrémité de roue au moyen d'un roulement devant effectuer une rotation dans les deux sens pendant la mesure de chaque point d'intersection, la friction doit être mesurée pendant les 180 dernières secondes de la rotation du support dans le sens des aiguilles d'une montre et pendant les 180 dernières secondes de la rotation du support dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

3.4.3 Critère de stabilisation

Le critère de stabilisation est rempli lorsque l'écart type du couple de friction au cours de la mesure ne dépasse pas 15 % de la valeur moyenne ou 0,4 Nm, la valeur la plus élevée étant retenue.

3.4.4 Moyenne des points d'intersection

Pour chaque échantillon individuel, toutes les valeurs enregistrées pour chaque point d'intersection sont moyennées pour obtenir une moyenne arithmétique sur la durée de la mesure. Ensuite, ces moyennes arithmétiques du même point d'intersection sont moyennées sur l'ensemble des échantillons pour obtenir une valeur moyenne arithmétique par point d'intersection.

3.4.5 Validation des mesures

Pour chaque point d'intersection:

— la valeur de la vitesse de l'extrémité de roue avant calcul de la moyenne ne doit pas s'écarter de plus de ± 5 tr/min de la valeur de réglage,

— la valeur de la charge radiale avant calcul de la moyenne ne doit pas s'écarter de plus de ± 2 kN de la valeur de réglage,

— aucun écart systématique par rapport aux valeurs de réglage n'est autorisé.

Si les critères ci-dessus ne sont pas remplis, la mesure du point d'intersection concerné est nulle. Dans ce cas, il est nécessaire de refaire la mesure pour tout l'incrément de vitesse et de charge concerné, et la raison de l'annulation du point d'intersection doit être consignée dans le rapport d'essai. Une fois la nouvelle mesure effectuée, les données doivent être consolidées.

3.4.6 Évaluation de l'incertitude totale de la perte de couple

Si les incertitudes sur le couple de friction mesuré sont inférieures à la limite fixée au point 3.2.3.1, la perte de couple de friction déclarée est considérée comme égale aux pertes de couple de friction mesurées.

En cas d'incertitudes supérieures, la partie de l'incertitude qui dépasse la limite est ajoutée aux pertes de couple de friction mesurées.

La perte de couple de friction finale de l'extrémité de roue à une vitesse et à une charge données est donc calculée comme suit:

$$T_{reported} = T_{measured} + \max(0,\ U_t - U_{limit})$$

où:

— $T_{reported}$ est la perte de couple de friction calculée à une vitesse et à une charge données, indiquée pour la certification CO_2 des extrémités de roue [Nm],

— $T_{measured}$ est la perte de couple de friction mesurée conformément au point 3.4.4 à une vitesse et à une charge données [Nm],

— U_t est la valeur absolue de l'incertitude du couple (> 0), exprimée en Nm,

— U_{limite} est de 0,2 Nm.

3.5 Calcul de la valeur de friction pour la certification

Pour le calcul de la valeur de friction finale pour l'extrémité de roue, les points d'intersection de la cartographie des pertes de couple communiquée doivent d'abord être moyennés pour tous les échantillons d'extrémité de roue conformément au point 0, corrigés conformément au point 3.4.6, le cas échéant, puis pondérés conformément au tableau 1 pour les applications d'extrémité de roue d'essieu non moteur.

Tableau 1

Facteurs de pondération pour les applications d'essieu non moteur

	250 tr/min	500 tr/min
25 % de charge	0,4 %	2,4 %
50 % de charge	7,9 %	35,3 %
100 % de charge	9,5 %	44,5 %

3.6 Déclaration de la valeur de friction certifiée

Le fabricant des extrémités de roues peut déclarer la friction moyenne pondérée calculée au point 3.5 comme étant la valeur certifiée pour la famille d'extrémités de roues. À défaut, il lui est loisible de déclarer toute valeur de friction plus élevée. La valeur de friction déclarée doit être arrondie à 1 chiffre après la virgule.

4. Conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et le carburant

Chaque extrémité de roue certifiée conformément à la présente annexe doit être fabriquée de manière à être conforme au type réceptionné, selon la description figurant dans le formulaire de certification et les documents qui l'accompagnent. Les procédures relatives aux propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant doivent être conformes à celles énoncées à l'article 31 du règlement (UE) 2018/858.

La conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant doit être vérifiée sur la base de la description fournie dans le certificat figurant à l'appendice 1, ainsi que des conditions spécifiques établies dans le présent point.

Tous les deux ans au moins à compter de la date de la certification du parent de la famille, le fabricant d'extrémités de roue doit soumettre à des essais le nombre de familles d'extrémités de roues indiqué au tableau 2. Le nombre de familles d'extrémités de roues à soumettre à des essais dépend des volumes de production de l'année précédant l'année au cours de laquelle les essais de conformité de la production doivent être effectués.

Au moins deux extrémités de roues d'un même membre de la famille doivent être soumises à des essais.

Tableau 2

Taille de l'échantillon pour les essais de conformité

Chiffres de production	Nombre de familles d'extrémités de roues à soumettre à des essais
0-100 000	2
100 001-150 000	3
150 001-250 000	4
250 001 et plus	5

5. Essai de conformité de la production

Pour les besoins des essais de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant, le fabricant d'extrémité roues doit appliquer la procédure décrite au point 3 à l'identique, en ce compris la procédure de rodage et les critères de validation.

5.1 Essai de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant

L'essai de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est réussi lorsque la valeur de friction moyenne pondérée obtenue lors de l'essai de conformité est inférieure ou égale à la valeur de friction déclarée pour la famille d'extrémités de roues, avec une marge de tolérance autorisée de + 10 %.

Si l'essai de conformité de la production n'est pas réussi, trois extrémités de roues supplémentaires doivent être soumises à un essai selon la même procédure. Les valeurs enregistrées de toutes les extrémités soumises à l'essai, y compris les trois extrémités de roue supplémentaires, doivent être moyennées pour chaque point d'intersection afin d'obtenir une moyenne arithmétique. Si l'essai de conformité de la production n'est toujours pas réussi, les dispositions de l'article 23 s'appliquent.

Si un membre de la famille s'avère présenter des frictions plus importantes que le parent de la famille, le membre de la famille doit être reclassé dans une autre famille d'extrémités de roues et faire l'objet d'une nouvelle certification.

6. Perte de couple de friction standard

La perte de friction standard pour les applications des essieux non moteurs doit être de 4,8 Nm.

Appendice 1

MODÈLE DE CERTIFICAT RELATIF À UN COMPOSANT, UNE ENTITÉ TECHNIQUE DISTINCTE OU UN SYSTÈME

Format maximal: A4 (210 × 297 mm)

CERTIFICAT RELATIF AUX PROPRIÉTÉS EN RAPPORT AVEC LES ÉMISSIONS DE CO_2 ET LA CONSOMMATION DE CARBURANT D'UNE FAMILLE D'EXTRÉMITÉS DE ROUES

Communication concernant:	Tampon de l'administration
— la délivrance[1]	
— l'extension	
— le refus	
— le retrait	

d'un certificat relatif aux propriétés en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant d'une famille d'extrémités de roues établies conformément au règlement (UE) 2017/2400 de la Commission. Règlement (UE) 2017/2400 de la Commission, tel que modifié en dernier lieu par .....

Numéro de certification:

Code de hachage:

Motif de l'extension:

[1] Rayer les mentions inutiles

SECTION I

1. Marque (dénomination commerciale du fabricant):
2. Type:
3. Nom et adresse du fabricant:
4. Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage:
5. Nom et adresse du mandataire du fabricant (le cas échéant):

SECTION II

1. Informations complémentaires (le cas échéant): voir l'addendum
2. Autorité chargée de la réception responsable de la réalisation des essais:
3. Date du rapport d'essai:
4. Numéro du rapport d'essai:
5. Remarques (le cas échéant): voir l'addendum
6. Lieu
7. Date
8. Signature

Pièces jointes:

1. Document d'information
2. Rapport d'essai

Appendice 2

DOCUMENT D'INFORMATION RELATIF AUX EXTRÉMITÉS DE ROUES

N° du document d'information: ...

Version: ...

Date d'émission: ...

Date de modification: ...

conformément à …

Type et famille d'extrémités de roue (le cas échéant): ...

GÉNÉRALITÉS

1. Nom et adresse du fabricant:
2. Marque (dénomination commerciale du fabricant):
3. Type d'extrémité de roue:
4. Type d'essieu:
5. Famille d'extrémités de roues (le cas échéant):
6. Dénomination(s) commerciale(s) (le cas échéant):
7. Nom(s) et adresse(s) de l'atelier (des ateliers) de montage:
8. Nom et adresse du mandataire du fabricant:

PARTIE 1

Caractéristiques essentielles de l'extrémité de roue (parente) et des types d'extrémités de roues au sein d'une famille d'extrémités de roues

Caractéristiques spécifiques des extrémités de roue	Extrémité de roue parente	Membre de la famille		
		N° 1	N° 2	N° 3
Quantité d'éléments roulants	...	...	...	...
Diamètre des éléments roulants	...	...	...	...
Longueur des éléments roulants	...	...	...	...
Diamètre primitif	...	...	...	...
Nombre de rangées	...	...	...	...
Angle de contact de la bague extérieure avec les éléments roulants	...	...	...	...
Type de lubrifiant	...	...	...	...
Position de la ligne de charge	...	...	...	...
Charge nominale	...	...	...	...

LISTE DES PIÈCES JOINTES

N°	Description	Date d'émission
1	Performances des joints	...
2	Performances de lubrification	...
3	Plage de précharge ou de jeu	...
4	Liste des numéros de pièces pour les composants d'extrémité de roue	...»

ANNEXE VII

L'annexe VIII du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 2, le point suivant est ajouté:

«18) "CFD": simulation de la dynamique des fluides computationnelle.».

2) Le point 3 est remplacé par le texte suivant:

«3. Détermination de la traînée aérodynamique

3.0.1. La procédure d'essai à vitesse constante telle qu'énoncée aux points 3.1 à 3.7 s'applique pour déterminer les caractéristiques de traînée aérodynamique. Lors de l'essai à vitesse constante, les principaux signaux de mesure (à savoir couple d'entraînement, vitesse du véhicule, vitesse du flux d'air et angle de lacet) sont mesurés à deux vitesses du véhicule constantes différentes (faible vitesse et grande vitesse) dans des conditions définies sur une piste d'essai. Les données de mesure enregistrées lors de l'essai à vitesse constante sont traitées conformément au point 3.8 et saisies dans l'outil de prétraitement pour la traînée aérodynamique conformément au point 3.9, qui détermine le produit du coefficient de traînée par la section transversale pour les conditions de vent de travers nul $C_d \cdot A_{cr}$ (0). Les critères qui doivent être remplis au cours de la procédure d'essai à vitesse constante pour obtenir des résultats valables sont décrits au point 3.10.

3.0.2. Les caractéristiques de traînée aérodynamique peuvent également être déterminées en combinant $C_d \cdot A_{cr}$ (0) à partir d'un essai à vitesse constante avec une différence incrémentale $\Delta C_d \cdot A_{cr}(0)$ CFD obtenue au moyen de la CFD. À cette fin, les conditions suivantes doivent être remplies:

a) la méthode CFD appliquée doit être approuvée conformément à l'appendice 10. Pour toutes les applications ultérieures de la méthode CFD approuvée, les conditions limites énoncées au point 1, c), i), de l'appendice 10 doivent être respectées;

b) l'application ne doit être effectuée que pour les véhicules dont la configuration soumise à un essai à vitesse constante et la configuration analysée à l'aide de la méthode CFD peuvent faire partie de la même famille de traînée aérodynamique, comme indiqué au point 4 de l'appendice 5 pour les camions moyens et lourds et au point 6 de l'appendice 5 pour les autobus lourds. Les cas particuliers visés au point 2 de l'appendice 5 sont également pris en compte;

c) l'application de la méthode CFD doit être limitée aux valeurs positives de $\Delta C_d \cdot A_{cr}(0)_{CFD}$;

d) une valeur $C_d \cdot A_{cr}$ (0) obtenue à l'aide de la méthode CFD ne doit pas être supérieure à la valeur la plus élevée certifiée selon la méthode décrite au point 3.0.1 pour un véhicule répondant aux mêmes critères de famille que ceux énoncés au point 4.1 de l'appendice 5 pour les camions moyens et lourds et au point 6.1 de l'appendice 5 pour les autobus lourds.

3.0.3. Le demandeur d'un certificat déclare une valeur $C_d \cdot A_{declared}$ dans une fourchette comprise entre une valeur égale aux caractéristiques de traînée aérodynamique déterminées conformément aux points 3.0.1 et 3.0.2, le cas échéant, et un maximum supérieur de + 0,2 m^2.

Cette tolérance tient compte des incertitudes dans la sélection des véhicules parents les plus défavorables pour tous les membres d'une famille pouvant être soumis aux essais. La valeur $C_d \cdot A_{declared}$ sert de valeur de référence pour l'essai de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant.

Plusieurs valeurs déclarées $C_d \cdot A_{declared}$ peuvent être créées sur la base d'une seule valeur $C_d \cdot A_{cr}$ (0) mesurée, dès lors que les dispositions relatives aux familles visées au point 4.1 de l'appendice 5 pour les camions moyens et lourds et au point 6.1 de l'appendice 5 pour les autobus lourds sont respectées.

3.0.4. Les véhicules qui ne font pas partie d'une famille doivent utiliser les valeurs standard pour $C_d \cdot A_{declared}$, comme décrit à l'appendice 7. Dans ce cas, aucune donnée d'entrée n'est fournie concernant la traînée aérodynamique. L'affectation des valeurs standard est réalisée automatiquement par l'outil de simulation.».

3) Au point 3.2.2, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«3.2.2. La température ambiante est comprise entre 5 et 25 °C.».

4) Au point 3.2.5., les points i) et ii) sont remplacés par le texte suivant:

«i. vitesse moyenne du vent: ≤ 4 m/s

ii. vitesse du vent en rafales (moyenne mobile centrale 1s): ≤ 7 m/s».

5) Le point 3.3.1.7 est remplacé par le texte suivant:

«3.3.1.7. Les pièces de rechange qui ne sont pas couvertes par la réception par type du véhicule conformément au règlement (UE) 2018/858 (par exemple, pare-soleil, avertisseurs sonores, phares supplémentaires, feux clignotants, pare-buffles ou coffres à ski) ne sont pas prises en considération pour la traînée aérodynamique conformément à la présente annexe.».

6) Le point suivant est inséré après le point 3.3.1.8:

«3.3.1.9. Les équipements de véhicule conçus aux fins de la recharge dynamique telle que définie au paragraphe 3, point 38, de l'annexe III doivent être à l'état "rétracté" si les deux états "déployé" et "rétracté" sont possibles.».

7) Le point 3.5.2 est remplacé par le texte suivant:

«3.5.2. La vitesse moyenne sur une section de mesure dans l'essai à grande vitesse doit se situer dans la fourchette suivante:

vitesse maximale: 92 km/h pour les camions moyens et les camions lourds et 102 km/h pour les autobus lourds;

vitesse minimale: 87 km/h pour les camions moyens et les camions lourds et 97 km/h pour les autobus lourds. Si le véhicule n'est pas capable de rouler à cette vitesse, la vitesse minimale doit être inférieure de 3 km/h à la vitesse maximale du véhicule sur la piste d'essai.».

8) Au point 3.5.3.1, vii), le second tiret est remplacé par le texte suivant:

«— Autobus lourds et camions moyens en configuration de châssis de type "camionnettes": la hauteur maximale du véhicule est mesurée conformément aux prescriptions techniques du règlement (UE) 2021/535, en ne tenant pas compte des dispositifs et équipements visés à l'appendice 1.».

9) Au point 3.5.3.4, l'alinéa suivant est ajouté:

«Toute utilisation du frein mécanique de service au cours des parties de l'essai décrites dans le présent point et au point 3.5.3.5 invalide l'ensemble de l'essai.

Si des réglages spécifiques du véhicule sont nécessaires pour faire en sorte qu'aucune activation du frein de service ne se produise au cours de ces parties de l'essai, le constructeur doit fournir, sur demande, à l'autorité compétente en matière de réception, à la Commission, à une autorité de surveillance du marché ou à un tiers satisfaisant aux exigences du règlement (UE) 2022/163 les détails de ces réglages afin de garantir que l'essai peut être reproduit indépendamment du constructeur.».

10) Le point 3.5.3.5 est modifié comme suit:

a) le point vii est remplacé par le texte suivant:

«vii. la durée maximale pour l'essai à faible vitesse ne dépasse 25 minutes, afin d'éviter le refroidissement des pneumatiques.»;

b) le point viii est supprimé.

11) Le point 3.5.3.8 est remplacé par le texte suivant:

«3.5.3.8. Deuxième essai à faible vitesse

La deuxième mesure à faible vitesse est effectuée immédiatement après l'essai à grande vitesse.

Les mêmes dispositions que pour le premier essai à faible vitesse s'appliquent.».

12) Le point 3.11 est supprimé.

13) Au point 3.9, dans le tableau 5, la ligne suivante est ajoutée:

«Frein de service	<s_brake>	[-]	≥ 4 Hz	"Pression de demande du frein de service", conformément à la norme ISO 11992-2:2014 (0 = passif, 1 = actif)»

14) À l'appendice 1, section II, le dernier alinéa «Dossier d'information. Rapport d'essai.» est remplacé par le texte suivant:

«— Rapports des essais à vitesse constante.

— Pour les types de traînée aérodynamique générés à l'aide d'une méthode CFD:

— des images du véhicule se concentrant sur des zones différentes par rapport au véhicule soumis à l'essai à vitesse constante,

— des données brutes concernant la courbe d'évolution de $C_D \cdot A_{cr}$ (0) $_{CFD}$ par rapport à l'itération (pour les méthodes à l'état stable) ou par rapport au temps (pour les méthodes transitoires) au format *.csv.».

15) À l'appendice 2, partie I, la section suivante est ajoutée:

«Pièce jointe 2 au document d'information

«*Informations sur l'application de la méthode CFD (le cas échéant)*

1.1. Numéro de licence de la méthode CFD

1.2. Différence incrémentale $\Delta C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CFD}$ obtenue par CFD».

16) L'appendice 5 est modifié comme suit:

a) au point 1, la troisième phrase est remplacée par le texte suivant:

«Le constructeur peut décider quel véhicule appartient à une famille de traînée aérodynamique dès lors que les critères prévus au point 4, pour les camions moyens et lourds, et au point 6, pour les autobus lourds, sont respectés. La famille de traînée aérodynamique doit être agréée par l'autorité chargée de la réception.»;

b) le point suivant est inséré après le point 4.3:

«4.4. Pour les véhicules équipés de technologies de recharge dynamique visées à l'annexe III, les dispositions suivantes s'appliquent:

a) les véhicules équipés de pantographes aériens doivent être représentés dans la configuration aérodynamique avec pantographe aérien en position rétractée;

b) les véhicules équipés de perches de trolley ou de dispositifs reliés aux rails et d'une technologie de recharge dynamique sans fil peuvent être représentés sans les dispositifs correspondants permettant la recharge dynamique.»;

c) le point 5.3 est supprimé.

17) L'appendice 6 est modifié comme suit:

a) au point 1, le point ii) est supprimé;

b) au point 2, l'alinéa suivant est ajouté:

«Nonobstant le deuxième alinéa, lorsque la valeur mesurée $C_d \, A_{cr} \, (0)$ de tous les essais effectués conformément au point 3.1 est supérieure à la valeur $C_d \cdot A_{declared}$ déclarée pour le véhicule parent plus une marge de tolérance de 7,5 %, l'autorité chargée de la réception doit vérifier si la méthode CFD approuvée a été appliquée correctement pour d'autres familles de traînée aérodynamique présentant les caractéristiques de traînée aérodynamique déterminées conformément au point 3.0.2. Si elle n'a pas été appliquée correctement, l'article 23 du présent règlement s'applique à tous les types de traînée aérodynamique définis sur la base de la méthode CFD approuvée, ou aux types de traînée aérodynamique concernés si la méthode CFD approuvée n'a pas été appliquée correctement uniquement pour certains d'entre eux.»;

c) le point suivant est inséré après le point 3:

«3.1 Nonobstant le point 3, si le constructeur du véhicule a utilisé une méthode CFD approuvée pour déterminer les caractéristiques de traînée aérodynamique conformément au point 3.0.2 de la présente annexe, des véhicules supplémentaires doivent également être soumis à des essais de conformité avec les propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant conformément au tableau 17 *bis*.

Tableau 17 bis

Nombre de véhicules à soumettre aux essais de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant par année de production pour l'utilisation de la méthode CFD

Nombre de véhicules soumis aux essais CoP	Calendrier	Nombre de véhicules produits pour lesquels les caractéristiques de traînée aérodynamique ont été certifiées au moyen de la méthode CFD approuvée
1	tous les 3 ans	≤ 1 000
1	tous les 2 ans	1 000 < X ≤ 5 000
1	chaque année	5 000 < X ≤ 15 000
2	chaque année	15 000 < X ≤ 25 000
3	chaque année	25 000 < X ≤ 50 000
4	chaque année	50 001 et plus»

d) au point 4.6, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«Pour les essais visés au point 3, le premier véhicule à soumettre à l'essai de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO2 et la consommation de carburant doit être sélectionné à partir du type de traînée aérodynamique ou de la famille de traînée aérodynamique représentant les chiffres de production les plus élevés de l'année correspondante.»;

e) le point suivant est inséré après le point 4.6:

«4.7. Pour les essais visés au point 3.1, seuls les véhicules dont les caractéristiques de traînée aérodynamique ont été déterminées au moyen d'une méthode CFD approuvée sont sélectionnés.».

18) À l'appendice 9, le tableau 1 est modifié comme suit:

a) les lignes suivantes sont insérées après la ligne «CdxA_0»:

«DeltaCdxA_CFD	P561	double, 2	[m²]	Différence incrémentale ΔC_d $A_{cr,}$ (0) $_{CFD}$ obtenue au moyen de la méthode CFD telle que déterminée sur la base du point 3.0.2 Uniquement pertinent si l'option CFD est appliquée
Numéro de licence: méthode CFD	P562	jeton	[-]	Uniquement pertinent si l'option CFD est appliquée
DeltaCdxA_declared	P563	double, 2	[m²]	Différence entre $C_d \cdot A_{declared}$ conformément au point 3.0.3 et $\Delta C_d \cdot A_{cr}(0)$ conformément au point 3.0.1 ou au point 3.0.2, selon le cas.»

b) la ligne «TransferredCdxA» est remplacée par le texte suivant:

«DeltaTransferredCdxA	P564	double, 2	[m²]	Valeur CdxA_0 transférée vers les familles correspondantes dans d'autres groupes de véhicules conformément au tableau 16 de l'appendice 5 pour les camions lourds, au tableau 16 *bis* de l'appendice 5 pour les camions moyens et au tableau 16 *ter* de l'appendice 5 pour les autobus lourds. Si aucune règle de transfert n'est appliquée, la valeur CdxA_0 est fournie. En cas de transfert par copie des valeurs CdxA depuis d'autres groupes de véhicules, veuillez indiquer «0». Si aucune règle de transfert n'a été appliquée, laissez le champ vide.»

c) la ligne «DeclaredCdxA» est supprimée.

19) Les appendices suivants sont ajoutés après l'appendice 9:

«Appendice 10

Approbation de la méthode CFD

1. Pour la détermination des caractéristiques de traînée aérodynamique à l'aide d'une méthode CFD décrite au point 3.0.2, la validité de la méthode CFD doit être approuvée comme décrit ci-dessous.

a) L'application de la méthode CFD est conforme à l'annexe VIII, appendice 1, du règlement (UE) 2018/858.

b) La validation spécifique au moyen d'essais physiques doit être effectuée sur la base de deux véhicules différents "A" et "B", dont B correspond à la configuration de véhicule avec la traînée aérodynamique inférieure. A et B doivent satisfaire aux conditions suivantes:

i) Pour les camions moyens et lourds, les critères énoncés au point 4.1 de l'appendice 5 doivent être respectés. Les cas particuliers visés au point 2 de l'appendice 5 sont également pris en compte.

ii) La différence de traînée aérodynamique entre les deux véhicules doit satisfaire au critère suivant:

$$\Delta C_d \bullet A_{cr}(0)_{CST} > 3,5\% \bullet \frac{C_d \bullet A_{cr}(0)_{CST,\ avg,A} + C_d \bullet A_{Cr}(0)_{CST,avg,B}}{2}$$

où:

$$\Delta C_d \bullet A_{cr}(0)_{CST} = C_d \bullet A_{cr}(0)_{CST,\ avg,A} - C_d \bullet A_{Cr}(0)_{CST,avg,B}$$

$C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg,A}$ Valeur moyenne des valeurs de traînée aérodynamique du véhicule A mesurées dans une série d'essais à vitesse constante conformément aux dispositions du point 1, d).

$C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg,B}$ Valeur moyenne des valeurs de traînée aérodynamique du véhicule B mesurées dans une série d'essais à vitesse constante conformément aux dispositions du point 1, d).

c) Le constructeur effectue les étapes suivantes pour déterminer la différence de traînée aérodynamique entre A et B à l'aide de la méthode CFD.

i) Les conditions suivantes doivent être remplies dans les simulations CFD:

1) les géométries de véhicule utilisées dans les simulations CFD doivent correspondre à la configuration du véhicule prescrite au point 3.3 pour l'essai à vitesse constante;

2) la vitesse de l'air dans la simulation doit être de 90 km/h pour les camions et de 100 km/h pour les autobus;

3) seul un angle de lacet de 0° est pris en considération;

4) toutes les roues (pneumatiques et jantes) doivent être modélisées en tant qu'éléments rotatifs (conditions limites en rotation ou composants réels en rotation) avec la vitesse de rotation correspondante;

5) le sol du domaine de simulation doit être modélisé avec une vitesse tangentielle opposée au sens de marche du véhicule;

6) le domaine de simulation doit être discrétisé avec un minimum de 60 millions d'éléments de volume, y compris l'affinage correspondant du maillage dans les régions de sillage et dans d'autres zones aérodynamiques clés;

7) en cas d'utilisation de méthodes CFD à l'état stable, la simulation doit être effectuée pendant au moins 2 000 itérations;

8) en cas d'utilisation de méthodes CFD transitoires, les simulations doivent être effectuées pendant au moins 10 secondes de temps de simulation.

ii) La différence incrémentale $\Delta C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD}$ entre les véhicules A et B selon la méthode CFD doit être calculée comme suit:

$$\Delta C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD} = C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD,\ A} - C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD,\ B}$$

où $C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD}$ correspond à la moyenne:

— des 400 dernières itérations, au moins, dans le cas de méthodes à l'état stable,

— des cinq dernières secondes, au moins, de temps de simulation dans le cas de méthodes transitoires.

iii) La valeur $\Delta C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD}$ doit être soumise à l'autorité chargée de la réception avant le début des essais à vitesse constante comme indiqué au point d).

d) Pour les véhicules A et B, une valeur de référence pour les caractéristiques de traînée aérodynamique, respectivement $C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg,A}$ et $C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg,B}$, doit être déterminée sur la base d'une série d'essais à vitesse constante. À cette fin, les points suivants doivent être pris en compte:

i) La valeur de référence pour $C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg}$ doit être calculée comme la moyenne arithmétique des valeurs $C_d \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST}$ à partir de tous les essais à vitesse constante disponibles effectués sur un véhicule donné. Seuls les résultats valables conformément au point 3.10 sont pris en considération. Il n'est pas permis d'exclure de l'évaluation les résultats d'essais à vitesse constante disponibles et valables pour la configuration du véhicule considérée, à moins que cela ne puisse être justifié auprès de l'autorité chargée de la réception.

ii) L'intervalle de confiance à 95 % (CI_{95}) de la moyenne des données d'essai, $C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST,avg}$, doit se situer dans la plage $C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST,avg}$ ± 2,5%, déterminée par l'expression suivante:

$$\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right) \bullet t \leq 0{,}025 \bullet \overline{x}$$

où:

s est l'écart type de l'échantillon pour $C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST}$, défini comme suit:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$$

$\overline{x}$ est la valeur moyenne de l'échantillon pour $C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST}$, définie comme suit:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

n est le nombre d'essais à vitesse constante pour la configuration de véhicule considérée;

x_i est la valeur de traînée aérodynamique $C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST}$ obtenue lors d'un essai unique à vitesse constante;

t est le score pour l'intervalle de confiance de 95 % de la distribution en t bilatérale, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1

N° essais	t
3	4,303
4	3,182
5	2,776
6	2,571
7	2,447
8	2,365
9	2,306
10	2,262
11	2,228

iii) Un minimum de trois essais à vitesse constante valables doivent être effectués pour chaque configuration d véhicule et pris en compte dans le calcul.

iv) Si le critère énoncé au point ii) du présent alinéa n'est pas rempli, des essais à vitesse constante supplémentaires sont effectués.

v) Si le critère énoncé au point ii) du présent alinéa n'est pas atteint après onze essais à vitesse constante valables, tous les essais sont considérés comme nuls pour cette configuration de véhicule et ne peuvent être utilisés aux fins du présent appendice.

vi) La valeur de référence pour la différence de traînée aérodynamique entre les deux véhicules $\Delta C_d \cdot A_{cr}$ (0) $_{CST}$ est calculée comme suit:

$$\Delta C_d \cdot A_{cr} (0)_{CST} = C_d \cdot A_{cr} (0)_{CST,avg,A} - C_d \cdot A_{cr} (0)_{CST,avg,B}$$

e) La conformité de la méthode CFD doit être démontrée en satisfaisant au critère suivant:

$$\Delta C_D \bullet A_{cr}(0)_{CST} - TOL < \Delta C_D \bullet A_{cr}(0)_{CFD} < \Delta C_D \bullet A_{cr}(0)_{CST} + TOL$$

où:

$$TOL = 0,035 \cdot \frac{C_D \bullet A_{cr}(0)_{CST,\ avg\ A} + C_D \bullet A_{cr}(0)_{CST,\ avg\ B}}{2}$$

2. La demande d'approbation de la méthode CFD doit être accompagnée des informations suivantes pour chaque véhicule A et B:

a) Logiciel CFD utilisé, y compris les informations relatives au numéro de version

b) Valeurs pour $C \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD}$ en m^2

c) Hachage SHA256 du fichier de simulation CFD, en ce compris les données géométriques, les réglages de maillage et les réglages physiques, la discrétisation du domaine, les conditions limites et les résultats du champ de flux. Si ces informations sont divisées en plusieurs fichiers par le logiciel utilisé, ces fichiers sont stockés sous un seul fichier compressé (par exemple *.zip ou équivalent) et le hachage SHA256 doit correspondre à ce fichier compressé unique. Tous les paramètres de configuration de simulation tels que la maille ou les paramètres techniques nécessaires à la reproduction de la simulation, ainsi que la version associée de l'outil CFD, doivent être conservés par le constructeur pendant 10 ans et le constructeur doit reproduire la simulation à la demande de l'autorité compétente en matière de réception.

d) Données brutes concernant la courbe d'évolution de $C_D \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CFD}$ par rapport à l'itération (pour les méthodes à l'état stable) ou par rapport au temps (pour les méthodes transitoires) au format *.csv.

e) Images en post-traitement des simulations CFD conformément aux principes illustrés par les figures 3 à 6 de l'annexe V du règlement d'exécution (UE) 2022/1362

f) Valeurs pour $C_D \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST}$ er $C_D \cdot A_{cr}\ (0)_{\ CST,avg}$

g) Document d'information concernant la traînée aérodynamique tel que défini à l'appendice 2 de la présente annexe, accompagné des rapports d'essai pour chaque essai à vitesse constante valable

3. L'approbation de la méthode CFD doit s'effectuer séparément pour les demandes portant sur des camions et les demandes portant sur des autobus.

4. Si la conformité de la méthode CFD est démontrée conformément aux points 1 et 2, l'autorité chargée de la réception délivre une licence sous la forme du document figurant à l'appendice 11.

5. L'approbation de la méthode CFD est renouvelée dans l'un des cas de figure suivants:

a) lorsqu'une modification apportée à la méthode de la CFD est susceptible d'avoir une incidence sur la validité des résultats;

b) 5 ans après l'approbation de la méthode CFD;

c) à la demande de l'autorité chargée de la réception.

Si l'approbation de la méthode CFD n'est pas renouvelée, elle est réputée avoir été retirée et la méthode CFD ne peut plus être utilisée aux fins de la présente annexe.

Au cours des cinq premières années suivant l'approbation initiale, il est possible, pour le renouvellement de l'approbation de la méthode CFD, d'avoir recours à l'ensemble initial de données issues d'essais à vitesse constante. Par la suite, un nouvel ensemble de données d'essai obtenues sur différents véhicules, si ces véhicules existent, doit être fourni pour le renouvellement de l'approbation de la méthode CFD.

Appendice 11

MODÈLE DE LICENCE POUR L'APPLICATION D'UNE MÉTHODE CFD EN VUE DE DÉTERMINER LA TRAÎNÉE AÉRODYNAMIQUE

Format maximal: A4 (210 × 297 mm)

LICENCE POUR L'APPLICATION D'UNE MÉTHODE CFD EN VUE DE DÉTERMINER LA TRAÎNÉE AÉRODYNAMIQUE

Communication concernant:	Tampon de l'administration
— la délivrance ([1])	
— le refus ([1])	
— le retrait ([1])	

([1]) Rayer les mentions inutiles

de la licence autorisant l'application d'une méthode CFD aux fins de la détermination de la traînée aérodynamique conformément à l'annexe VIII du règlement (UE) 2017/2400.

Numéro de licence de la méthode CFD (suivant le système de numérotation défini au point 2 de l'appendice 8, à l'exception de la lettre supplémentaire de la section 3, "P", remplacée par "CFD"):

Raison du refus/retrait:

SECTION I

0.1. Nom et adresse du constructeur:

0.2. Véhicules couverts par la licence (camions, autobus):

0.3. Logiciel CFD utilisé, y compris les informations relatives au numéro de version

0.4. Hachages SHA256 conformément au point 2, c), du présent appendice

SECTION II

1. Autorité chargée de la réception responsable de l'évaluation
2. Date du rapport d'évaluation
3. Numéro du rapport d'évaluation
4. Remarques éventuelles
5. Lieu
6. Date
7. Signature

Pièces jointes (pour chaque configuration A et B du véhicule)

1. Données brutes de la courbe d'évolution de $C_D \cdot A_{cr}$ (0) $_{CFD}$
2. Images post-traitement des simulations CFD
3. Document d'information concernant la traînée aérodynamique

Rapports d'essai pour chaque essai à vitesse constante valable.».

ANNEXE VIII

L'annexe IX du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Le point 2 est modifié comme suit:

a) le point 33) est remplacé par le texte suivant:

«33) "rapport compresseur/moteur": le rapport de démultiplication en marche avant entre le compresseur d'air et le régime du moteur sans glissement (système pneumatique);»;

b) le point 63) est remplacé par le texte suivant:

«63) "pompe à chaleur R-744": une pompe à chaleur continue (c'est-à-dire à entraînement électrique) utilisant l'agent réfrigérant R-744 comme fluide moteur (système CVC);».

2) Au point 3.3.2, dans le tableau 7, à la ligne «Alternateur», dans la sous-rubrique «Technologie d'alternateur», colonne «Explications», la dernière phrase est remplacée par le texte suivant:

«Pour les PEV ou les VHPC, aucune saisie n'est requise.».

3) Au point 3.4.1.2, dans le tableau 10, la colonne «Embrayage de compresseur (P311)» est remplacée par le texte suivant:

«aucun
aucun
aucun
aucun
visco
visco
visco
visco
mécanique
mécanique
mécanique
mécanique
aucun
Aucun»

4) Au point 3.5.2, le tableau 14 est modifié comme suit:

a) aux lignes «Type de pompe à chaleur pour refroidissement du compartiment conducteur» à «Type de pompe à chaleur pour chauffage du compartiment passagers», colonne «Explications», le texte suivant est ajouté:

«Pour les PEV et les VHPC, seuls les types de pompes à chaleur continues (c'est-à-dire à entraînement électrique) sont autorisés (c'est-à-dire "R-744" ou "non R-744 continuous").»;

b) aux lignes «Chauffe-eau électrique» à «Autres technologies de chauffage», colonne «Explications», le texte est remplacé par le texte suivant:

«Données à fournir uniquement pour les VHE, les VHPC et les PEV».

5) Le point 3.6 est modifié comme suit:

a) le «Tableau 12» est renommé «Tableau 15»;

b) l'alinéa suivant le tableau 15 est remplacé par le texte suivant:

«En cas de prises de force multiples montées sur la boîte de vitesses, seul le composant présentant les pertes les plus élevées selon le tableau 15, pour sa combinaison de critères "PTOShaftsGearWheels" et "PTOShaftsOtherElements", est à déclarer. Pour les camions moyens et les autobus lourds, aucune déclaration de prise de force de boîte de vitesses n'est prévue.».

ANNEXE IX

L'annexe X *bis* du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit.

1) Au point 1, les premier, deuxième et troisième alinéas sont remplacés par le texte suivant:

«La présente annexe énonce les prescriptions pour la procédure d'essai de vérification, qui est la procédure d'essai permettant de vérifier les émissions de CO_2 des nouveaux véhicules lourds.

La procédure d'essai de vérification consiste en un essai sur route permettant de vérifier les émissions de CO_2 des nouveaux véhicules après la production. Elle est accomplie par le constructeur du véhicule et supervisée par l'autorité compétente en matière de réception qui a accordé la licence pour l'utilisation de l'outil de simulation. Dans le cas des autobus lourds, la procédure d'essai de vérification est effectuée par le constructeur du véhicule primaire.

Pendant la procédure d'essai de vérification, le couple et la vitesse de rotation des roues motrices, le régime moteur, la consommation de carburant, les émissions de polluants du véhicule et les autres paramètres pertinents énumérés au point 6.1.6 sont mesurés. Les données mesurées sont utilisées comme entrées dans l'outil de simulation, lequel utilise les données d'entrée relatives au véhicule et les informations d'entrée provenant de la détermination des émissions de CO_2 et de la consommation de carburant du véhicule. Pour la simulation de la procédure d'essai de vérification, le couple à la roue mesuré instantanément et la vitesse de rotation des roues ainsi que le régime du moteur sont utilisés comme entrées. Pour passer la procédure d'essai de vérification, les émissions de CO_2 calculées à partir de la consommation de carburant mesurée doivent être dans les marges de tolérance indiquées au point 7 et comparées aux émissions de CO_2 issues de la simulation de la procédure d'essai de vérification. La figure 1 propose un schéma de la méthode à appliquer pour la procédure d'essai de vérification. Les étapes d'évaluation effectuées par l'outil de simulation dans la simulation de la procédure d'essai de vérification sont décrites à l'appendice 1 de la présente annexe.».

2) Au point 2, le point 4) est remplacé par le texte suivant:

«4) "masse réelle du véhicule pour la procédure d'essai de vérification": la masse réelle du véhicule telle que définie à l'article 2, point 6), du règlement (UE) 2021/535, mais avec un réservoir plein, plus l'équipement de mesure supplémentaire défini au point 5, plus la masse réelle de la remorque ou de la semi-remorque conformément au point 6.1.4.1;».

3) Le point 3 est modifié comme suit:

a) les points b) et c) sont remplacés par le texte suivant:

«b) La sélection des véhicules est faite par l'autorité compétente en matière de réception qui a accordé la licence pour l'utilisation de l'outil de simulation sur la base de propositions du constructeur de véhicules. Dans le cas des autobus lourds, la sélection des véhicules est faite par l'autorité compétente en matière de réception qui a accordé la licence pour l'utilisation de l'outil de simulation au constructeur du véhicule primaire.

c) Seuls des véhicules ayant un seul essieu moteur sont sélectionnés pour l'essai de vérification. Les véhicules hybrides électriques, électriques purs et hybrides à pile à combustible ne doivent pas être sélectionnés pour l'essai de vérification.»;

b) dans le tableau 1, les notes (*) et (**) sont remplacées par le texte suivant:

«(*) La procédure d'essai de vérification doit être effectuée au cours des deux premières années.

(**) Le total de tous les camions lourds, camions moyens et autobus primaires produits par un constructeur entrant dans le champ d'application du présent règlement doit être pris en considération et tant les camions moyens que les camions lourds et les autobus lourds doivent être couverts par la procédure d'essai de vérification sur une période de six ans.»;

c) le point e) est remplacé par le texte suivant:

«e) Les véhicules qui n'utilisent pas de valeurs standard pour la certification CO_2 de leurs composants, entités techniques distinctes ou systèmes en lieu et place de valeurs mesurées pour la boîte de vitesses et pour les pertes d'essieu doivent de préférence être soumis à des essais. Si aucun véhicule ne satisfait aux exigences énoncées aux points a) à c), seule la vérification des informations d'entrée, des données d'entrée et du traitement des données est effectuée conformément au point 6.1.1.».

4) Au point 4, le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Chaque véhicule soumis à l'essai de vérification doit être dans un état proche de celui de sa mise sur le marché prévue. Aucun changement dans le matériel, notamment en ce qui concerne les lubrifiants, ou dans le logiciel, notamment en ce qui concerne les contrôleurs auxiliaires, n'est autorisé. Les pneumatiques peuvent être remplacés par des pneumatiques de mesure d'un diamètre qui ne doit pas dépasser ± 10 % du diamètre du pneumatique d'origine.».

5) Au point 5.6, l'alinéa suivant est ajouté:

«Pour les autobus lourds, l'état du compresseur du système pneumatique doit être enregistré. Les phases au cours desquelles de l'air sous pression est livré au réservoir doivent être marquées dans les données de mesure conformément aux dispositions du tableau 4 de la présente annexe. L'état du compresseur doit être contrôlé soit par l'enregistrement de la pression du système, soit par des signaux CAN disponibles.».

6) Au point 5.7, deuxième tiret, dans la formule, l'entrée «β» est remplacée par le texte suivant:

«β	=	0,001 [K^{-1}] (facteur de correction de la température)»

7) Au point 5.9, tableau 2, la ligne «Couple à la roue» est remplacée par le texte suivant:

«Couple à la roue	Pour un étalonnage de 10 kNm (sur toute la plage étalonnée): i. Non-linéarité ([1]): < ± 40 Nm pour les camions lourds et les autobus lourds < ± 30 Nm pour les camions moyens ii. Répétabilité ([2]): <± 20 Nm pour les camions lourds et les autobus lourds < ± 15 Nm pour les camions moyens iii. Diaphonie: < ± 20 Nm pour les camions lourds et les autobus lourds < ± 15 Nm pour les camions moyens (applicable uniquement aux dispositifs de mesure du couple à la jante) iv. Fréquence de mesure: ≥ 20 Hz	< 0,1 s

([1]) La "non-linéarité" désigne l'écart maximal entre les caractéristiques de signal de sortie idéales et réelles par rapport à la valeur mesurée dans une plage de mesure spécifique.

([2]) La "répétabilité" désigne la proximité de concordance entre les résultats de mesures successives d'une même valeur mesurée effectuées dans les mêmes conditions de mesure.»

8) Les points suivants sont insérés après le point 5.11:

«5.12. Distance parcourue

Si le véhicule est équipé d'un dispositif embarqué de surveillance et d'enregistrement de la consommation de carburant et/ou d'énergie et du kilométrage des véhicules à moteur, conformément aux exigences visées à l'article 5 *quater*, point b), du règlement (CE) n° 595/2009, le kilométrage doit être enregistré à partir de ce dispositif.

5.13. Débit de carburant moteur

Si le véhicule est équipé d'un dispositif embarqué de surveillance et d'enregistrement de la consommation de carburant et/ou d'énergie et du kilométrage des véhicules à moteur, conformément aux exigences visées à l'article 5 *quater*, point b), du règlement (CE) n° 595/2009, la valeur instantanée du débit de carburant moteur ainsi que la consommation totale de carburant au démarrage et à la fin de l'essai sont enregistrées à partir de ce dispositif.

5.14 Masse totale du véhicule

Si le véhicule est équipé d'un dispositif embarqué de surveillance de la masse permettant de déterminer et d'enregistrer les charges utiles ou le poids total des véhicules, conformément aux exigences visées à l'article 5 *quater*, point b), du règlement (CE) n° 595/2009, la valeur instantanée de la masse totale du véhicule est enregistrée à partir de ce dispositif.».

9) Au point 6.1.1, l'alinéa suivant est ajouté:

«Dans le cas des autobus lourds, le constructeur du véhicule primaire met à disposition les informations d'entrée et les données d'entrée ainsi que le dossier d'enregistrements du constructeur et le constructeur du véhicule complété met à disposition le dossier d'information du véhicule et le dossier d'information du client.».

10) Le point 6.1.1.1 est modifié comme suit:

a) au point c), le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«les limitations du couple moteur déclarées à l'entrée de l'outil de simulation sont soumises à une vérification lors de la procédure d'essai de vérification si elles sont déclarées pour l'un des rapports parmi les 50 % plus élevés (par exemple pour l'un des rapports entre 7 et 12 d'une boîte de vitesses à 12 rapports) et si l'un des cas suivants s'applique:»;

b) le point e), vii), est remplacé par le texte suivant:

«vii) traînée aérodynamique;».

11) Le point 6.1.1.2 est remplacé par le texte suivant:

«6.1.1.2 Vérification de la masse du véhicule

Si l'autorité chargée de la réception qui a accordé la licence pour l'utilisation de l'outil de simulation le demande, la détermination des masses par le constructeur est vérifiée conformément à l'annexe VIII, partie 2, section G, point 2, du règlement (UE) 2021/535. Si cette vérification échoue, la masse réelle corrigée, telle que définie au point 2, 4) de l'annexe III du présent règlement, est déterminée. Dans le cas des autobus lourds, la masse du véhicule complété est vérifiée.».

12) Au point 6.1.4.1, l'alinéa suivant est ajouté:

«Les autobus lourds des groupes de véhicules définis dans les tableaux 4, 5 et 6 de l'annexe I sont soumis à l'essai avec les carrosseries finales du véhicule complet ou complété.».

13) Au point 6.1.4.2, le second alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Pour les camions lourds des groupes 1s, 1, 2 et 3 et les camions moyens, ainsi que pour les autobus lourds, la charge utile doit être comprise entre 55 % et 75 % du poids maximal autorisé conformément à la directive 96/53/CE pour le véhicule ou la combinaison de véhicules en question.».

14) Le point 6.1.4.4 est remplacé par le texte suivant:

«6.1.4.4 Réglages pour les dispositifs auxiliaires

Tous les réglages influençant la demande d'énergie auxiliaire doivent être réglés pour une consommation d'énergie raisonnable minimale, le cas échéant. La climatisation doit être éteinte et la ventilation de la cabine ou du compartiment conducteur doit être réglée plus bas que le flux d'air moyen. Les autres dispositifs consommateurs d'énergie qui ne sont pas nécessaires pour faire fonctionner le véhicule doivent être éteints. Les dispositifs externes servant à fournir de l'énergie à bord, tels que les batteries externes, ne sont autorisés que pour faire fonctionner l'équipement de mesure supplémentaire pour les besoins de la procédure d'essai de vérification indiqué dans le tableau 2, mais pas pour fournir de l'énergie destinée à l'équipement du véhicule qui sera présent au moment de la mise sur le marché du véhicule. Dans le cas d'autobus lourds, l'ouverture des portes et l'abaissement aux arrêts ne sont pas pris en considération lors de l'essai de vérification.».

15) Au point 6.1.5.5, les alinéas suivants sont ajoutés:

«Si le véhicule est équipé de dispositifs de chauffage auxiliaires alimentés par carburant, seule la consommation de carburant du moteur à combustion interne est mesurée.

Le cas échéant, l'enregistrement des signaux de masse totale du véhicule et de débit de carburant moteur tels que déterminés par le dispositif OBFCM commence au plus tard après le démarrage de la mesure de la consommation de carburant et s'achève avec la mesure de la consommation de carburant. Les valeurs sur toute la durée de vie du kilométrage et de la consommation totale de carburant, telles que déterminées par le dispositif OBFCM, sont enregistrées au démarrage de la mesure de la consommation de carburant et à la fin de la mesure de la consommation de carburant OBFCM.».

16) Le point 6.1.5.7 est modifié comme suit:

a) le premier alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Les conditions limites à remplir pour un essai de vérification valide sont indiquées dans les tableaux 3 à 3 *quinquies*.»;

b) le troisième alinéa est supprimé;

c) les tableaux suivants sont ajoutés:

«Tableau 3 quater

Paramètres pour un essai de vérification valide pour les autobus lourds équipés de planchers surélevés

N°	Paramètre	Min.	Max.
4	Proportion de conduite en conditions urbaines sur la base de la distance	12 %	40 %
5	Proportion de conduite hors agglomération sur la base de la distance	10 %	30 %
6	Proportion de conduite sur autoroute sur la base de la distance	30 %	—
7	Proportion du temps de ralenti à l'arrêt	—	10 %

Tableau 3 quinquies

Paramètres pour un essai de vérification valide pour les autobus lourds équipés de planchers surbaissés

N°	Paramètre	Min.	Max.
4	Proportion de conduite en conditions urbaines sur la base de la distance	75 %	90 %
5	Proportion de conduite hors agglomération sur la base de la distance	10 %	25 %
6	Proportion de conduite sur autoroute sur la base de la distance	—	0 %
7	Proportion du temps de ralenti à l'arrêt	—	10 %»

17) Au point 6.1.6, le tableau 4 est modifié comme suit:

a) la ligne suivante est insérée après la ligne «débit de carburant»:

«état du compresseur du système pneumatique	[-]	<PS_comp_active>	1 = actif (le compresseur alimente le système pneumatique), 0 = inactif ces données d'entrée ne sont pertinentes que pour les autobus lourds.»

b) à la ligne «débit massique CO_2», colonne «Données d'entrée de titre», le texte suivant est inséré:

«<CO_2>»;

c) les lignes suivantes sont ajoutées:

«Kilométrage OBFCM	[km]	<ml_obfcm>	Kilométrage conformément au point 5.12 (le cas échéant)
Débit massique de carburant moteur OBFCM	[g/s]	<fcm_obfcm>	Débit massique de carburant moteur conformément au point 5.13 (le cas échéant)
Débit volumique de carburant moteur OBFCM	[l/s]	<fcv_obfcm>	Débit volumique de carburant moteur conformément au point 5.13 (le cas échéant)
Masse totale du véhicule OBFCM	[kg]	<m_obfcm>	Masse totale du véhicule conformément au point 5.14 (le cas échéant)»

18) Le point suivant est inséré après le point 6.1.6:

«6.2. Vérifications supplémentaires

Pour les autobus lourds, la correspondance entre le véhicule soumis à l'essai et les paramètres suivants doit être vérifiée:

i. Masse maximale en charge techniquement admissible

ii. Code du véhicule

iii. Classe du véhicule

iv. Emmarchement bas (le cas échéant)

v. Nombre de sièges passagers

vi. Hauteur de la carrosserie intégrée».

19) Le point 7.1 est remplacé par le texte suivant:

«7.1 Entrée dans l'outil de simulation

Les données suivantes sont mises à disposition pour l'outil de simulation: les données et informations d'entrée;

a) Dans le cas des camions moyens et lourds

i) le dossier d'enregistrements du constructeur;

ii) le dossier d'information du client;

iii) les données de mesure traitées conformément au tableau 4;

iv) les informations supplémentaires conformément au tableau 4 *bis*.

b) Dans le cas des autobus lourds

v) les données et informations d'entrée telles que définies pour l'autobus lourd primaire;

vi) le dossier d'enregistrements du constructeur de l'autobus lourd primaire;

vii) le dossier d'information du véhicule primaire;

viii) le dossier d'information du client pour le véhicule complété;

ix) le dossier d'information du véhicule complété;

x) les données de mesure traitées conformément au tableau 4;

xi) les informations supplémentaires conformément au tableau 4 *bis*.».

20) Au point 7.2.1, l'alinéa suivant est inséré après le premier alinéa:

«Pour les autobus lourds, le dossier d'information du véhicule et le dossier d'information du client pour le véhicule complété sont également vérifiés.».

21) Le point 7.3 est remplacé par le texte suivant:

«7.3. Contrôle succès/échec

Le véhicule doit satisfaire à l'essai de vérification si le ratio C_{VTP} déterminé conformément au point 7.2.2 est égal ou inférieur à la tolérance indiquée dans le tableau 5.

Pour une comparaison avec les émissions de CO_2 déclarées du véhicule conformément à l'article 9, les émissions de CO_2 vérifiées du véhicule sont déterminées comme suit:

$$CO_{2verified} = C_{VTP} \times CO_{2declared}$$

où:

$CO_{2verified}$	=	émissions de CO_2 vérifiées du véhicule en [g/t-km] pour les camions moyens et lourds et en [g/pkm] pour les autobus lourds
$CO_{2declared}$	=	émissions de CO_2 déclarées du véhicule en [g/t-km] pour les camions moyens et lourds et en [g/pkm] pour les autobus lourds

Si un premier véhicule ne satisfait pas au critère de succès de la procédure d'essai de vérification énoncé dans le tableau 5, deux essais supplémentaires peuvent être accomplis sur le même véhicule ou deux véhicules similaires supplémentaires peuvent être soumis à l'essai sur demande du constructeur de véhicules. Pour l'évaluation du critère de succès défini dans le tableau 5, la moyenne arithmétique des ratios C_{VTP} obtenus lors de l'ensemble des essais effectués est utilisée. Si le critère de succès n'est pas atteint, le véhicule échoue à la procédure d'essai de vérification.

Tableau 5

Critère de succès pour l'essai de vérification

Critère de succès pour la procédure d'essai de vérification	Ratio $C_{VTP} \leq 1{,}075$

Lorsque le ratio C_{VTP} est inférieur à 0,925, les résultats doivent être communiqués à la Commission pour analyse plus approfondie afin d'en déterminer la cause.».

22) Le point 8.1.1 est remplacé par le texte suivant:

«8.1.1. Nom et adresse du constructeur du véhicule ([14])

([14]) Pour les autobus lourds uniquement constructeur des véhicules primaires».

23) Le point 8.2.3 est remplacé par le texte suivant:

«8.2.3. Catégorie du véhicule (N_2, N_3, M_3)».

24) Le point suivant est ajouté après le point 8.13.14.7:

«8.13.14.8. CO_2 (g/kWh)».

25) Les points suivants sont insérés après le point 8.13.14.7:

«8.13.15 Valeurs OBFCM dans l'essai de vérification (le cas échéant)

8.13.15.1 Relevé OBFCM du kilométrage au début de l'essai de mesure de la consommation de carburant à partir du signal visé au point 5.12 (km)

8.13.15.2 Relevé OBFCM du kilométrage à la fin de l'essai de mesure de la consommation de carburant à partir du signal visé au point 5.12 (km)

8.13.15.3 Relevé OBFCM de la masse totale de carburant consommée à partir du signal de durée de vie visé au point 5.13 au début de la mesure de la consommation de carburant (kg)

8.13.15.4 Relevé OBFCM de la masse totale de carburant consommée à partir du signal de durée de vie visé au point 5.13 à la fin de la mesure de la consommation de carburant (kg)

8.13.15.5 Relevé OBFCM du volume total de carburant consommé à partir du signal de durée de vie visé au point 5.13 au début de la mesure de la consommation de carburant (l)

8.13.15.6 Relevé OBFCM du volume total de carburant consommé à partir du signal de durée de vie visé au point 5.13 à la fin de la mesure de la consommation de carburant (l)

8.13.15.7 Valeurs OBFCM du débit massique de carburant moteur accumulé à partir du signal instantané visé au point 5.13 (kg)

8.13.15.8 Valeurs OBFCM du débit volumique de carburant moteur accumulé à partir du signal instantané visé au point 5.13 (l)

8.13.15.9 Relevé OBFCM de la masse totale moyenne à partir du signal visé au point 5.14 (kg)

8.13.15.10 Valeur de lecture du compteur kilométrique à la fin de l'essai de mesure de la consommation de carburant (km)

8.13.15.11 Valeur de la consommation totale de carburant en masse, mesurée lors de l'essai de vérification (kg)

8.13.15.12 Valeur de la consommation totale de carburant en volume, mesurée lors de l'essai de vérification (l)».

26) À l'appendice 1, partie A, le point 3 est remplacé par le texte suivant:

«3. Détermination de la consommation de carburant spécifique aux freins simulée par l'outil de simulation ($BSFC_{sim}$)

Dans le mode d'essai de vérification de l'outil de simulation, la puissance mesurée à la roue est appliquée en tant qu'entrée pour l'algorithme de simulation rétroactive. Les rapports engagés pendant l'essai de vérification sont déterminés en calculant les régimes moteur pour chaque rapport à la vitesse mesurée du véhicule et en sélectionnant le rapport qui donne le régime moteur le plus proche du régime moteur mesuré. Pour les boîtes de vitesses APT pendant les phases avec convertisseur de couple actif, le signal relatif au rapport réel à partir de la mesure est utilisé.

Les modèles de perte pour l'essieu, le renvoi d'angle réducteur, les ralentisseurs, les boîtes de vitesses et les prises de force sont appliqués de la même manière que dans le mode déclaration de l'outil de simulation.

Pour la demande de puissance des dispositifs auxiliaires concernant la pompe de direction, le système pneumatique, le système électrique et le système CVC, les valeurs génériques retenues pour chaque technologie dans l'outil de simulation sont appliquées. Pour les autobus lourds, le signal enregistré de l'état du compresseur du système pneumatique est également pris en compte. Pour le calcul de la demande de puissance du ventilateur de refroidissement du moteur, les formules suivantes sont appliquées:

Cas a) ventilateurs de refroidissement du moteur à entraînement non électrique:

$$P_{fan}(t) = C1 \bullet \left(\left(\frac{n_{fan(t)}}{C2} \right)^3 \bullet \left(\frac{D_{fan}}{C3} \right)^5 \right) \bullet C4$$

où:

P_{fan} = la demande de puissance du ventilateur de refroidissement du moteur [kW]

t = le node de temps [s]

n_{fan} = la vitesse de rotation mesurée du ventilateur [tours/min]

D_{fan} = le diamètre du ventilateur [mm]

C1 = 7,32 kW

C2 = 1 200 tr/min

C3 = 810 mm

C4 = pour les autobus lourds, le facteur indiqué dans le tableau 6 pour les autres catégories de véhicules est égal à 1.

Tableau 6

Facteurs C4 pour le calcul de la demande de puissance du ventilateur de refroidissement du moteur dans les autobus lourds

Groupe d'entraînement du ventilateur	Commande du ventilateur	C4
Monté sur vilebrequin	Visco-coupleur à commande électronique	1,05
	Visco-coupleur à commande bimétallique	1,05
	Coupleur discret à 2 étapes (0 %/étape 1/étape 2)	1,05
	Coupleur discret à 3 étapes (0 %/étape 1/étape 2/étape 3)	1,05
	Coupleur marche/arrêt	1,05
Entraîné par courroie ou par transmission	Visco-coupleur à commande électronique	1,11
	Visco-coupleur à commande bimétallique	1,11
	Coupleur discret à 2 étapes (0 %/étape 1/étape 2)	1,11
	Coupleur discret à 3 étapes (0 %/étape 1/étape 2/étape 3)	1,11
	Coupleur marche/arrêt	1,11
Entraînement hydraulique	Pompe à cylindrée variable	1,75
	Pompe à cylindrée constante	2,25

Cas b) ventilateurs de refroidissement du moteur à entraînement électrique:

$P_{fan(t)} = P_{el(t)} \cdot 1{,}43$

P_{fan} = la demande de puissance du ventilateur de refroidissement du moteur [kW]

t = le node de temps [s]

P_{el} = la puissance électrique aux bornes du ou des ventilateurs de refroidissement du moteur, mesurée conformément au point 5.6.1

Dans le cas de véhicules présentant des situations d'arrêt-démarrage du moteur au cours de l'essai de vérification, des corrections similaires sont appliquées pour la demande de puissance et l'énergie des dispositifs auxiliaires nécessaires pour redémarrer le moteur, comme c'est le cas dans le mode déclaration de l'outil de simulation.

La simulation de la consommation de carburant instantanée $FC_{sim(t)}$ des moteurs est effectuée pour chaque intervalle de temps de 0,5 seconde, comme suit:

— interpolation à partir de la cartographie du carburant du moteur en utilisant le régime moteur mesuré et le couple moteur résultant du calcul rétroactif, y compris l'inertie rotationnelle du moteur calculée à partir du régime moteur mesuré,

— la demande de couple moteur telle que déterminée ci-dessus est limitée aux capacités de pleine charge certifiées du moteur. Pour ces intervalles de temps, la puissance à la roue dans la simulation rétroactive est réduite en conséquence. Dans le calcul de la valeur $BSFC_{sim}$ comme indiquée ci-dessous, cette simulation de la puissance à la roue [$P_{wheel,sim(t)}$] est prise en considération,

— un facteur de correction WHTC correspondant à la circulation urbaine, hors agglomérations ou sur autoroute est appliqué sur la base des définitions données au point 2, sous-points 8) à 10), et de la vitesse mesurée du véhicule.

La consommation de carburant spécifique aux freins calculée par l'outil de simulation $BSFC_{m-c}$, telle qu'appliquée au point 7.2.2 pour calculer le facteur C_{VTP}, est calculée comme suit:

$$BSFC_{sim} = \frac{\left(\sum_{t_{start}}^{t_{end}} FC_{sim(t)} \bullet \Delta t\right) + FC_{ESS,corr}}{W_{wheel,pos,sim}}$$

où:

$BSFC_{sim}$ = la consommation de carburant spécifique aux freins déterminée par l'outil de simulation pour l'essai de vérification [g/kWh]

t = le node de temps [s]

FC_{sim} = la consommation de carburant instantanée des moteurs [g/s]

Δt = la durée de l'incrément de temps = 0,5 [s]

$FC_{ESS,corr}$ = la correction de la consommation de carburant en ce qui concerne la demande de puissance des dispositifs auxiliaires résultant de l'arrêt-démarrage du moteur (ESS) telle qu'appliquée dans le mode de déclaration de l'outil de simulation [g]

$W_{wheel,pos,sim}$ = le travail positif sur les roues déterminé par l'outil de simulation pour l'essai de vérification [kWh]

$$W_{wheel,pos,sim} = \sum_{t_{start}}^{t_{end}} \frac{\max\left(P_{wheel,sim(t)}, 0\right)}{3600 \bullet fs}$$

fs = la fréquence d'échantillonnage = 2 [Hz]

$P_{wheel,sim}$ = la puissance à la roue simulée pour l'essai de vérification [kW]

Dans le cas des moteurs à double carburant, la valeur $BSFC_{sim}$ est déterminée séparément pour les deux carburants.».

ANNEXE X

L'annexe X *ter* du règlement (UE) 2017/2400 est modifiée comme suit:

1) Au point 2, les points suivants sont ajoutés:

«54) "FCS soumis à l'essai": le système à pile à combustible ("FCS") ou le sous-système à pile à combustible représentatif ("FC") qui doit effectivement être soumis à l'essai;

55) "équipements auxiliaires": l'assemblage de tous les composants et systèmes auxiliaires d'un FCS nécessaires pour fournir l'énergie, autres que l'unité de production elle-même. Il peut s'agir de transformateurs, d'onduleurs, de structures de support, etc., en fonction du type d'installation;

56) "composant d'équipements auxiliaires": un composant qui appartient aux équipements auxiliaires;

57) "sous-système de traitement de l'air" ou "APS": un assemblage de composants qui fournit de l'air (milieu contenant de l'oxygène) pour la réaction dans le FCS. L'APS peut fournir de l'air en fonction des besoins a) au sous-système de traitement du carburant, b) au sous-système de gestion thermique (TMS) et c) au sous-système à pile à combustible» (FCSS). L'APS peut comprendre des composants de filtration, de purification, de compression, d'humidification ainsi que des composants de régulation du débit;

58) "sous-système de traitement du carburant" ou "FPS": l'assemblage de composants qui transforme chimiquement ou physiquement le carburant fourni sous une forme pouvant être utilisée dans le sous-système à pile à combustible. Le sous-système de traitement du carburant peut comprendre des composants de régulation de la pression, d'humidification et de mélange. Le sous-système de traitement du carburant peut également être appelé "sous-système de transformation de carburant" ou "transformateur de carburant";

59) "sous-système de gestion thermique" ou "TMS": l'assemblage de composants qui assure à la fois la gestion thermique et la gestion de l'eau pour le FCS. Le sous-système de gestion thermique peut comprendre un accumulateur, une pompe, un radiateur et/ou un condenseur. Il peut également assurer des fonctions de récupération d'eau et d'humidification des procédés;

60) "sous-système à pile à combustible" ou "FCSS": l'assemblage contenant une ou plusieurs piles à combustible dans lesquelles de l'énergie chimique est convertie en énergie électrique au moyen d'une réaction électrochimique entre le carburant et l'oxydant. Les FCSS comportent généralement des conduites pour le carburant, l'oxydant et les gaz d'échappement, des connexions électriques pour l'énergie fournie par le sous-système à pile et des moyens de surveillance des charges électriques, qui sont destinés à servir d'interface avec le FCS. En outre, les FCSS peuvent comporter des dispositifs permettant de conduire des fluides supplémentaires (par exemple, des agents de refroidissement, des gaz inertes), des dispositifs de détection des conditions de fonctionnement normales et/ou anormales, des enceintes ou des récipients à pression, et des systèmes de ventilation. Les FCSS sont également connus sous le nom de "module à pile à combustible", "module d'alimentation à pile à combustible" ou "assemblage de piles à combustible";

61) "sous-système de contrôle de la pile à combustible": un système qui contrôle et/ou surveille les conditions du FCS et répond automatiquement à la demande de puissance du véhicule tout en évitant des conditions dangereuses et des dommages au FCS. Le système de contrôle automatique comprend généralement un dispositif à microprocesseur ayant des fonctions d'entrée et de sortie et peut fournir une fonction de diagnostic ou de dépannage;

62) "sous-système d'alimentation électrique" (PDS): l'ensemble de composants qui relient le FCSS au système de conditionnement du courant électrique et qui convertissent l'énergie nécessaire à l'utilisation du FCS. Le sous-système d'alimentation électrique peut comprendre des câbles, interrupteurs et/ou contacteurs et/ou relais, bus, autres connecteurs et instruments. Le PDS n'est alimenté qu'en courant continu à l'entrée;

63) "système à pile à combustible" ou "FCS": un convertisseur d'énergie qui transforme l'énergie chimique en énergie électrique par l'intermédiaire de cellules électrochimiques reliées en série, dénommées "pile à combustible". Le FCS comprend tous les équipements auxiliaires nécessaires pour fournir du carburant, de l'oxygène (par exemple sous la forme d'air), un système de refroidissement et un conditionnement des agents afin d'assurer le bon fonctionnement des piles à combustible. Différentes configurations de FCS sont connues, qui sont également désignées par le terme "types" ou "variantes", les types pertinents étant décrits dans le tableau 9;

64) “système de conditionnement du courant électrique” ou “PCS”: l’ensemble des composants qui convertissent l’énergie électrique générée par la ou les piles à combustible en électricité utile pour les besoins du véhicule. Le PCS comprend au moins un régulateur de tension (CC/CC) et/ou des convertisseurs de tension (CC/CA). Il peut être raccordé au circuit de l’agent de refroidissement. Il assure l’interface entre le FCS et la batterie et d’autres charges du véhicule électrique;

65) “sous-système de traitement de l’eau” ou “WTS”: l’assemblage de composants assurant le traitement nécessaire à l’eau de procédé utilisée dans le système à pile à combustible (FCS). Par exemple, le WTS peut inclure un lit de résine de déminéralisation/déionisation et une installation de mesure, et peut fournir des fonctions de récupération d’eau et d’humidification des procédés;

66) “boucle de refroidissement interne”: dans un FCS avec boucles de refroidissement interne (primaire) et externe (secondaire) des composants d’équipements auxiliaires distinctes, une boucle de refroidissement en circuit fermé, raccordée à l’agent de refroidissement de chaque composant et intégrée au FCS dans le cadre du TMS. Plusieurs boucles de refroidissement interne peuvent coexister à l’intérieur d’un FCS, par exemple une pour l’électronique de puissance (PDS, PCS) et une pour le FCSS;

67) “sous-système de refroidissement externe”: un ensemble de composants permettant un échange de la chaleur résiduelle du FCS, qui est stockée dans l’agent de refroidissement, avec l’environnement. Ce système peut comprendre des radiateurs, des pompes, des ventilateurs et d’autres actionneurs;

68) “composants électriques externes”: tous les composants électriques qui ne font pas partie du FCS et/ou qui ne sont pas raccordés électriquement à la puissance en courant continu entre le FCSS et le PCS. Parmi ceux-ci figurent les machines électriques du groupe motopropulseur et le SRSEE;

69) “pente de transition relative” ou “RTS”: un coefficient qui exprime le taux de variation du point de consigne pour la puissance électrique de sortie du FCS. La RTS met en relation le changement dans le temps et la puissance électrique supérieure du FCS;

70) “point de fonctionnement pour le conditionnement du système” ou “SCOP”: un point de consigne pour la puissance électrique du système qui est adapté pour conditionner le FCS pendant la durée spécifiée de la phase de conditionnement;

71) “point de consigne” ou “PC”: la valeur souhaitée ou cible pour une variable essentielle ou la valeur de procédé d’un système;

72) “valeur de procédé” ou “variable de procédé” ou “VP”: la valeur mesurée du courant pour une variable essentielle ou la valeur de procédé d’un système.».

2) Au point 3.1, dans le tableau 1, les lignes suivantes sont insérées après la ligne «Couple»:

«**Débit massique du carburant** (*)	1,0 % de la valeur lue par l’analyseur ou 0,5 % de l’étalonnage max. ([2]), l’écart le plus grand étant retenu
Débit massique de l’air/oxydant[1]	1,0 % de la valeur lue par l’analyseur ou 0,5 % de l’étalonnage max. ([2]), l’écart le plus grand étant retenu
Débit massique du liquide de refroidissement	2,5 % de la valeur lue par l’analyseur ou 0,1 % de l’étalonnage max. ([2]), l’écart le plus grand étant retenu
Débit volumique du liquide de refroidissement	2,5 % de la valeur lue par l’analyseur ou 0,1 % de l’étalonnage max.[2]), l’écart le plus grand étant retenu
Pression du liquide de refroidissement	0,5 % de la valeur lue par l’analyseur ou 0,1 % de l’étalonnage max. ([2]), l’écart le plus grand étant retenu
Pression de carburant, ambiante, de l’air	1 kPa

(*) Si le débit volumique est mesuré, la précision doit être transférée comme précision de la mesure du débit massique.».

3) Au point 3.1, dans le tableau 1, la ligne suivante est insérée après la ligne «Température»:

«**Température du point de rosée**	±2,5 K de la valeur lue par l'analyseur ou 1,0 % de l'étalonnage max.[2)], l'écart le plus grand étant retenu»

4) Les points suivants sont insérés après le point 3.2:

«3.2.1 Enregistrement des données aux fins de la certification du FCS

Aux fins de la certification du FCS, la fréquence d'échantillonnage doit être constante, avec une fréquence d'échantillonnage d'au moins 10 Hz pour toutes les valeurs.

3.2.2 Conventions relatives aux signes pour l'échange d'énergie et d'agents au-delà des limites de l'unité soumise à l'essai aux fins de la certification du FCS

Le flux d'agent ou d'énergie qui quitte l'unité soumise à l'essai doit être doté d'un signe négatif et inversement.».

5) Au point 4.1.3, le paragraphe suivant est ajouté:

«La tension pour une capacité de fonctionnement illimitée doit être une plage de tension représentative généralement appliquée dans les véhicules réels et ne doit pas nécessairement refléter la tension d'entrée minimale/maximale techniquement autorisée pour l'unité soumise à l'essai. Elle ne doit pas non plus refléter des conditions limites extrêmes dans lesquelles les capacités de fonctionnement de l'unité soumise à l'essai sont limitées par une commande de haut niveau du véhicule qui ne fait pas partie des logiques de commande réelles de l'unité (par exemple, réduction du couple de propulsion disponible de l'unité soumise à l'essai en raison de limitations dans le SRSEE du véhicule).».

6) Le point suivant est inséré après le point 4.1.8.4:

«4.1.8.5 Prescriptions relatives à l'installation

Le placement de l'unité soumise à l'essai sur le banc d'essai se fait avec un angle d'inclinaison comme pour l'installation dans le véhicule, conformément au schéma d'homologation ±1°. À défaut, elle doit être installée sur le banc d'essai à 0 ±1 °, afin de couvrir l'ensemble des variantes d'installation dans le véhicule.».

7) Le point 4.2.2 est modifié comme suit:

a) le second alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Pour un IEPC doté d'une boîte à plusieurs vitesses, l'essai doit être effectué conformément aux dispositions suivantes:

a) l'essai doit être effectué pour la vitesse dont le rapport de démultiplication est le plus proche de 1;

b) dans l'hypothèse où les rapports de deux vitesses présentent la même distance avec un rapport de démultiplication de 1, l'essai doit être effectué pour la vitesse dont le rapport de démultiplication est le plus élevé;

c) en outre, l'essai peut également être effectué pour tous les autres rapports en marche avant de l'IEPC, de sorte qu'un ensemble de données spécifique à chaque rapport en marche avant de l'IEPC soit déterminé.»;

b) l'alinéa suivant est ajouté:

«L'essai des limites de couple maximales et minimales doit être effectué pour chaque combinaison de tension et de rapport applicable (c'est-à-dire le niveau de tension ou le rapport en marche avant dans le cas d'un IEPC doté d'une boîte à plusieurs vitesses) déclarée conformément au point 4.2.2.1 en appliquant les dispositions des points 4.2.2.2, 4.2.2.3 et 4.2.2.4 séparément à chacune de ces variantes applicables.».

8) Au point 4.2.2.1, la seconde phrase est remplacée par le texte suivant:

«Cette déclaration doit être faite séparément pour chaque rapport en marche avant d'un IEPC doté d'une boîte à plusieurs vitesses, mesuré conformément au point 4.2.2, ainsi que pour chacun des deux niveaux de tension $V_{min,Test}$ et $V_{max,Test}$.».

9) Le point 4.2.6.2 est remplacé par le texte suivant:

«4.2.6.2 Points de fonctionnement à mesurer

Pour l'IEPC avec boîte de vitesses à plusieurs vitesses, les points de consigne pour la vitesse de rotation et le couple à mesurer au cours de l'essai réel sont déterminés pour chaque rapport en marche avant conformément aux points 4.2.6.2.1, 4.2.6.2.2 et 4.2.6.2.3.».

10) Le point 4.2.6.2.1 est modifié comme suit:

a) au second alinéa, la phrase introductive est remplacée par le texte suivant:

«Dans le cas d'un IEPC avec boîte à plusieurs vitesses dont les limites de couple n'ont été déterminées que pour un seul rapport conformément aux points 4.2.2, a) et 4.2.2, b), un ensemble de données distinct de points de consigne pour la vitesse de rotation de l'unité soumise à l'essai est défini pour chaque rapport en marche avant, sur la base des dispositions suivantes:»;

b) l'alinéa suivant est ajouté:

«Dans le cas d'un IEPC avec boîte à plusieurs vitesses dont les limites de couple ont été déterminées pour chaque rapport en marche avant conformément au point 4.2.2, c), un jeu de données distinct de points de consigne pour la vitesse de rotation de l'unité soumise à l'essai est défini pour chaque rapport en marche avant sur la base des dispositions suivantes:

f) En ce qui concerne les points de consigne pour la vitesse de rotation de l'unité soumise à l'essai, les mêmes points de consigne que ceux utilisés pour la mesure effectuée conformément au point 4.2.2.2 pour le niveau de tension et le rapport avant correspondant doivent être utilisés.

g) Le point de consigne de vitesse pour la vérification du couple continu maximal sur 30 minutes effectuée conformément au point 4.2.4.2 pour le niveau de tension correspondant doit être utilisé en plus des points de consigne définis au point f) ci-dessus. Ce point de consigne de vitesse de rotation est converti au point de consigne correspondant pour un rapport en marche avant spécifique au moyen de l'équation définie au point e) ci-dessus.

h) D'autres points de consigne de vitesse peuvent être définis en plus de ceux définis aux points f) et g) ci-dessus.».

11) Le point 4.2.6.2.2 est modifié comme suit:

a) au second alinéa, la phrase introductive est remplacée par le texte suivant:

«Dans le cas d'un IEPC avec boîte à plusieurs vitesses dont les limites de couple n'ont été déterminées que pour un seul rapport conformément au point 4.2.2, a), un ensemble de données distinct de points de consigne pour le couple de l'unité soumise à l'essai est défini pour chaque rapport en marche avant sur la base des dispositions suivantes:»;

b) l'alinéa suivant est ajouté:

«Dans le cas d'un IEPC avec boîte à plusieurs vitesses dont les limites de couple ont été déterminées pour chaque rapport en marche avant conformément au point 4.2.2 c), un jeu de données distinct de points de consigne pour le couple de l'unité soumise à l'essai est défini pour chaque rapport en marche avant sur la base des dispositions suivantes:

i) Au moins 10 points de consigne pour le couple de l'unité soumise à l'essai doivent être définis pour la mesure de chaque rapport en marche avant, situés à la fois sur le couple positif (c'est-à-dire le couple de conduite) et sur le couple négatif (c'est-à-dire le couple de freinage), en appliquant les dispositions définies aux points a) à e) du présent point pour le rapport spécifique.

j) Tous les points de consigne pour le couple résultants dont la valeur absolue est supérieure à 10 kNm ne doivent pas être mesurés pendant l'essai réel pour le rapport correspondant, conformément au point 4.2.6.4.».

12) Le point suivant est inséré après le point 4.2.6.2.2:

«4.2.6.2.3 Exigences relatives au nombre minimal de points de consigne pour le couple

Pour chaque point de consigne de la vitesse de rotation défini conformément au point 4.2.6.2.1, les exigences suivantes s'appliquent:

a) Si le nombre de points de consigne de couple initiaux définis conformément au point 4.2.6.2.2 côté positif (c'est-à-dire couple de conduite) avec une valeur de couple absolue inférieure ou égale à 10 kNm est 1, deux points de consigne de couple supplémentaires doivent être ajoutés conformément aux dispositions suivantes:

i) Si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur supérieure à 6,66 kNm, deux nouveaux points de consigne de couple supplémentaires doivent être définis à équidistance entre le point de consigne de couple initial et 0 kNm.

ii) Si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur inférieure à 6,66 kNm:

— un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à 9,8 kNm,

— si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur inférieure à 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial et 9,8 kNm,

— si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur supérieure ou égale à 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial et 0 kNm.

b) Si le nombre de points de consigne de couple initiaux définis conformément au point 4.2.6.2.2 côté positif (c'est-à-dire couple de conduite) avec une valeur de couple absolue inférieure ou égale à 10 kNm est 2, les dispositions suivantes s'appliquent:

i) Si aucun point de consigne de couple initial situé à une valeur supérieure à 6,66 kNm n'existe, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à 9,8 kNm.

ii) S'il existe un point de consigne de couple initial situé à une valeur supérieure à 6,66 kNm et qu'il existe également un point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure à 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre les points de consigne de couple initiaux positifs (c'est-à-dire couple de conduite) le plus élevé et le plus faible.

iii) S'il existe un point de consigne de couple initial situé à une valeur supérieure à 6,66 kNm et qu'il existe également un point de consigne de couple initial situé à une valeur supérieure ou égale à 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial positif (c'est-à-dire couple de conduite) le plus bas et 0 kNm.

c) Si le nombre de points de consigne de couple initiaux définis conformément au point 4.2.6.2.2 côté négatif (c'est-à-dire couple de freinage) avec une valeur de couple absolue inférieure ou égale à 10 kNm est 1, deux points de consigne de couple supplémentaires doivent être ajoutés conformément aux dispositions suivantes:

i) Si le point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure à – 6,66 kNm, deux nouveaux points de consigne de couple supplémentaires doivent être définis à équidistance entre le point de consigne de couple initial et 0 kNm.

ii) Si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur inférieure à – 6,66 kNm:

— un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à – 9,8 kNm,

— si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur supérieure à – 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial et – 9,8 kNm,

— si le point de consigne de couple initial est situé à une valeur inférieure ou égale à – 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial et 0 kNm.

d) Si le nombre de points de consigne de couple initiaux définis conformément au point 4.2.6.2.2 côté négatif (c'est-à-dire couple de freinage) avec une valeur de couple absolue inférieure ou égale à 10 kNm est 2, les dispositions suivantes s'appliquent:

i) Si aucun point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure à – 6,66 kNm n'existe, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à – 9,8 kNm.

ii) S'il existe un point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure à – 6,66 kNm et qu'il existe également un point de consigne de couple initial situé à une valeur supérieure à – 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre les points de consigne de couple initiaux négatifs (c'est-à-dire couple de freinage) le plus élevé et le plus bas.

iii) S'il existe un point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure à – 6,66 kNm et qu'il existe également un point de consigne de couple initial situé à une valeur inférieure ou égale à – 3,33 kNm, un nouveau point de consigne de couple supplémentaire doit être défini à équidistance entre le point de consigne de couple initial négatif (c'est-à-dire couple de freinage) le plus élevé et 0 kNm.».

13) Au point 4.2.6.4, le sixième alinéa est remplacé par le texte suivant:

«Tous les points de fonctionnement doivent être maintenus pendant un temps de fonctionnement d'au moins 5 secondes. Pendant ce temps de fonctionnement, la vitesse de rotation de l'unité soumise à l'essai doit être maintenue au point de consigne de la vitesse de rotation dans les limites d'une tolérance de ± 1 % ou de 20 tr/min, l'écart le plus grand étant retenu. En outre, pendant ce temps de fonctionnement, à l'exception des points de consigne de couple le plus élevé et le plus bas à chaque point de consigne de vitesse de rotation, le couple moyen est maintenu au point de consigne de couple dans les limites d'une tolérance de ± 1 % de la valeur du point de consigne pour le couple ou de ± 5 Nm (± 2 % de la valeur du point de consigne pour le couple ou ± 20 Nm dans le cas où l'unité soumise à l'essai est un IEPC avec une boîte de vitesses et/ou un différentiel inclus), l'écart le plus grand étant retenu.».

14) Au point 4.3.2, l'alinéa suivant est ajouté:

«Dans le cas d'un IEPC avec boîte à plusieurs vitesses dont les limites de couple ont été déterminées pour chaque rapport en marche avant conformément au point 4.2.2, c), l'étape de manipulation doit être effectuée séparément pour chaque rapport en marche avant.».

15) Le point 4.3.3 est modifié comme suit:

a) la partie introductive est remplacée par le texte suivant:

«Les données relatives à la courbe de traînée déterminée conformément au point 4.2.3 doivent être modifiées conformément aux dispositions suivantes, compte tenu du fait que le couple de traînée doit avoir un signe négatif eu égard aux conventions de signe établies au point 4.1.9:»;

b) au point 4, la phrase suivante est ajoutée:

«Ces valeurs du couple de traînée virtuel doivent avoir un signe négatif conformément aux conventions de signe établies au point 4.1.9.».

16) Le point 4.3.4 est modifié comme suit:

a) la partie introductive est remplacée par le texte suivant:

«Les données pour l'EPMC déterminées conformément au point 4.2.6.4 doivent être étendues conformément aux dispositions suivantes pour chaque rapport en marche avant mesuré ainsi que pour chacun des deux niveaux de tension Vmin,Test et Vmax,Test séparément:»;

b) le point 3) est remplacé par le texte suivant:

«3) Si, à un point de consigne de vitesse de rotation spécifique, y compris les nouvelles données introduites aux points 1 et 2 ci-dessus, un point de consigne pour le couple déterminé conformément aux dispositions du point 4.2.6.2.2, a) à g) et i), a été omis pour la mesure réelle conformément au point 4.2.6.2.2, h) ou au point 4.2.6.2.2, j), un nouveau point de données représentant le point omis est calculé sur la base des dispositions suivantes:

a) Vitesse de rotation utiliser la valeur du point de consigne omis pour la vitesse de rotation.

b) Couple: utiliser la valeur du point de consigne omis pour le couple.

c) Puissance de l'onduleur: calculer une nouvelle valeur par extrapolation linéaire conformément aux dispositions ci-après. Les paramètres de la droite de régression linéaire des moindres carrés (c'est-à-dire la pente et l'ordonnée à l'origine) pour un point omis spécifique sont déterminés sur la base des trois points réellement mesurés (c'est-à-dire les paires de données de couple et de puissance de l'onduleur) les plus proches de la valeur de couple indiquée au point b) ci-dessus pour le point de consigne de vitesse de rotation correspondant. La valeur extrapolée pour la puissance de l'onduleur est déterminée en prenant comme point de départ la puissance de l'onduleur du point réellement mesuré le plus proche de la valeur de couple au point b) et en appliquant uniquement la pente de la droite de régression linéaire des moindres carrés correspondante.

d) Pour les valeurs de couple positives, les valeurs extrapolées de la puissance de l'onduleur aboutissant à des valeurs inférieures à celles mesurées au point de couple réellement mesuré le plus proche de la valeur de couple indiquée au point b) sont fixées à la puissance de l'onduleur réellement mesurée au point de couple le plus proche de la valeur de couple indiquée au point b).

e) Pour les valeurs de couple négatives, les valeurs extrapolées de la puissance de l'onduleur aboutissant à des valeurs supérieures à celles mesurées au point de couple réellement mesuré le plus proche de la valeur de couple indiquée au point b) sont fixées à la puissance de l'onduleur réellement mesurée au point de couple le plus proche de la valeur de couple indiquée au point b).

f) Nonobstant les dispositions des points d) et e), les valeurs extrapolées de la puissance de l'onduleur aboutissant à un rendement de l'IEPC total (c'est-à-dire déterminé sur la base de la puissance électrique de l'onduleur et de la puissance mécanique à l'arbre de sortie du composant) supérieur au rendement obtenu à partir des deux rendements décrits au point i) ou au point ii), selon le cas, sont remplacées par une nouvelle valeur de puissance de l'onduleur qui reflète exactement le rendement:

i) soit le rendement obtenu pour ce point de fonctionnement spécifique lorsque les dispositions relatives à la détermination des valeurs standard conformément à l'appendice 9 sont appliquées;

ii) soit le rendement du point de couple réellement mesuré le plus proche de la valeur de couple du point b) réduit de 2 points de pourcentage (par exemple 90,5 % - 2 % = 88,5 %).».

17) Les points suivants sont insérés après le point 6.4.1:

«7. Essais du FCS

7.1 Procédure d'essai des composants pour le FCS

7.1.1 Qualité du carburant

Le carburant de référence indiqué dans le tableau 8 doit être utilisé pour l'essai effectué conformément au point 7.3.

Tableau 8

Définition du carburant hydrogène de référence

Caractéristiques	Unités	Limites		Méthode d'essai
		Minimale	Maximale	
Indice de carburant hydrogène	% mol	99,97		([1])
Gaz totaux autres que l'hydrogène	µmol/mol		300	
Gaz autres que l'hydrogène et spécifications pour chaque contaminant ([6])				
Eau (H_2O)	µmol/mol		5	([5])
Hydrocarbures totaux ([2]) à l'exception du méthane (équivalent C1)	µmol/mol		2	([5])
Méthane (CH_4)	µmol/mol		100	([5])
Oxygène (O_2)	µmol/mol		5	([5])
Hélium (He)	µmol/mol		300	([5])
Azote (N_2) et argon (Ar) totaux ([2])	µmol/mol		300	([5])
Dioxyde carbone (CO_2)	µmol/mol		2	([5])
Monoxyde de carbone (CO) ([3])	µmol/mol		0,2	([5])
Composés soufrés totaux ([4])(base H_2S)	µmol/mol		0,004	([5])
Formaldéhyde (HCHO)	µmol/mol		0,2	([5])
Acide formique (HCOOH)	µmol/mol		0,2	([5])
Ammoniac (NH_3)	µmol/mol		0,1	([5])
Composés halogénés totaux ([5]) (base ion halogène)	µmol/mol		0,05	([5])

([1]) L'indice de carburant hydrogène est déterminé en soustrayant de 100 % mole la teneur totale, exprimée en % mole, des "gaz totaux autres que l'hydrogène".
([2]) Les hydrocarbures totaux à l'exception du méthane incluent les espèces organiques oxygénées.
([3]) La somme des valeurs mesurées pour le CO, le HCHO et le HCOOH ne doit pas dépasser 0,2 µmol/mol.
([4]) Au minimum, les composés soufrés totaux comprennent le H2S, le COS, le CS2 et les mercaptans, composés que l'on trouve habituellement dans le gaz naturel.
([5]) La méthode d'essai doit être documentée. On utilisera de préférence les méthodes définies dans la norme ISO 21087.
([6]) L'analyse de contaminants particuliers liés au processus de production n'est pas requise. Le constructeur du véhicule doit fournir à l'autorité compétente les motifs de l'omission des contaminants concernés.

7.2 Limites système de l'unité soumise à l'essai et description de composants spécifiques

7.2.1 Limites système de l'unité soumise à l'essai

L'unité FCS soumise à l'essai peut comprendre différents composants d'équipements auxiliaires, dont les configurations autorisées figurent au tableau 9. La terminologie des différents composants repose sur la norme SAE J2615. Toutes les configurations du FCS ont deux points communs:

a) elles sont soumises à des essais et certifiées sans sous-système de refroidissement extérieur, en qualité d'unité d'alimentation autonome, sans que des composants électriques externes du véhicule y soient raccordés;

b) toutes comprennent l'APS.

Les composants passifs susceptibles d'avoir une incidence sur la consommation de carburant du FCS doivent être inclus dans l'unité soumise à l'essai ou être installés à l'intérieur du montage d'essai afin de garantir des conditions de fonctionnement comparables à celles du véhicule.

L'unité soumise à l'essai doit être installée sur le banc d'essai conformément aux prescriptions du tableau 9 et des points 7.2.2 et 7.2.3. Le type de FCS doit être déterminé en fonction de la configuration réelle de l'unité soumise à l'essai sur le banc d'essai, et l'un des identificateurs de type "A", "B", "C" ou "D" doit lui être attribué conformément aux exigences énoncées dans le tableau 9.

7.2.2 Systèmes à pile à combustible sans sous-système de conditionnement du courant électrique

Si le PCS n'est pas inclus, les méthodes de correction définies au point 7.5 doivent être appliquées afin de tenir compte de l'incidence de la perte de puissance liée à l'efficacité du PCS.

7.2.3 Systèmes à pile à combustible, à l'exclusion du bilan de consommation d'énergie des composants des équipements auxiliaires

Les méthodes de correction définies au point 7.5 doivent être appliquées afin de tenir compte de la consommation d'énergie des composants nécessaires au bon fonctionnement du FCS qui ne sont pas inclus dans l'unité soumise à l'essai. Tous les consommateurs d'énergie exclus doivent être répertoriés et leur consommation doit être consignée dans le document d'information figurant à l'appendice 7.

Tableau 9

Définition des différentes variantes du FCS (types A à D) en vue de la certification

Sous-système	Composant	Partie du FCS					Monté pour l'essai de certification			
		Type_A	Type_B	Type_C	Type_D		Type_A	Type_B	Type_C	Type_D
APS (Sous-système de traitement de l'air)	Filtre à particules d'admission	Non					Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Collecteur d'admission	Non					Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Équipement de suralimentation (par exemple, turbocompresseur ou compresseur)	Oui					Oui			
	Débitmètre d'air (3)	Oui					Oui			
	Conduite d'entrée d'air	Non					Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Silencieux d'admission (3)	Non					Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Refroidisseur intermédiaire (3)	Oui					Oui			
	Humidification (3)	Oui					Oui			

Sous-système	Composant	Partie du FCS				Monté pour l'essai de certification			
		Type_A	Type_B	Type_C	Type_D	Type_A	Type_B	Type_C	Type_D
TMS	Toutes les pompe(s) de liquide de refroidissement	Oui		Non, ou partiellement		Oui		Oui, sinon équipement de la chambre d'essai (1) (2) (5)	
	Radiateur	Non				Équipement de la chambre d'essai (2)			
	Échangeur d'ion (3) (6)	Oui				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2) (3)			
	Ventilateur	Non				Non			
WTS	Séparateur d'eau (3)	Oui				Oui			
	Purgeur (3) (6)	Oui				Oui			
	Collecteur d'échappement	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Tuyauteries de liaison	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Silencieux (3)	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Tuyau de sortie	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Capteur H2 d'échappement	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
FPS	Système d'alimentation en carburant (FSS)	Non				Oui, ou équipement de la chambre d'essai (2)			
	Régulateur de pression/ injecteur	Oui				Oui			
	Échangeur de chaleur carburant (3)	Oui				Oui			
	Dispositif de recirculation active (Compresseur/ pompe) (3)	Oui				Oui			
	Dispositif de recirculation passive (Injecteur/éjecteur) (3)	Oui				Oui			
	Filtres (3)	Oui				Oui			
FCSS	(*)	Oui				Oui			
PDS	Composants électriques (par exemple, câbles, interrupteurs, relais) (*)	Oui				Oui (4)			
PCS	Régulateur de tension (CC/CC) et/ou convertisseur (CC/CA)	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Équipement de la chambre d'essai (1) (2)	Oui	Équipement de la chambre d'essai (1) (2)
Sous-système de contrôle de la pile à combustible	Unité de traitement/de contrôle	Oui				Oui			
	Logiciel de la version spécifiée	Oui				Oui (4)			

(*) *Pas de ventilation supplémentaire.
(1) Ne fait pas partie du bilan énergétique certifié, les composants d'équipements auxiliaires manquants doivent être pris en compte selon les méthodes définies au point 7.5.
(2) Selon les spécifications du fabricant, qui doit garantir un fonctionnement similaire à celui du monde réel.
(3) Si applicable/monté sur le FCS ou sur le véhicule.
(4) Seules des adaptations permettant un fonctionnement autonome sont autorisées.
(5) L'intégration des éléments est facultative.
(6) Peut faire partie du TMS ou du WTS.

7.2.4 Description des composants d'équipements auxiliaires spécifiques

Le TMS et le sous-système de refroidissement peuvent se composer de plusieurs circuits de refroidissement. Tous ces circuits peuvent être divisés en une partie intérieure et une partie extérieure.

7.2.4.1 Partie intérieure du circuit de refroidissement

La partie intérieure du circuit de refroidissement se compose de toutes les parties du circuit de refroidissement qui sont intégrées dans le FCS et font partie du TMS de l'unité soumise à l'essai.

7.2.4.2 Partie extérieure du circuit de refroidissement

Toutes les parties du sous-système de refroidissement qui ne font pas partie de l'unité soumise à l'essai sont désignées comme le sous-système de refroidissement externe, y compris les échangeurs de chaleur qui sont intégrés dans le châssis du véhicule et qui peuvent varier en fonction du type de véhicule ou d'autres parties qui ne relèvent pas de l'unité soumise à l'essai.

7.3. Procédure d'essai

7.3.1 Objectif

La procédure d'essai de certification a pour objet de valider les performances et les capacités déclarées par le fabricant du FCS et de mesurer la consommation de carburant/le débit massique d'hydrogène dans certaines conditions de fonctionnement bien définies. L'objectif est de générer des données reproductibles, appropriées en tant que données d'entrée pour l'outil de simulation, afin de permettre la prévision de la consommation de carburant d'un véhicule doté d'un FCS certifié.

7.3.2 Paramètres et points de fonctionnement

Les paramètres indiqués dans le tableau 10 s'appliquent aux fins de l'essai de certification.

Tableau 10

Paramètres et points de fonctionnement

Nom/Description	Obligatoire: O/N	Unité
SCOP	O	kW
Pente de transition relative pour la montée en puissance au point de consigne (RTS-UP) Le fabricant peut spécifier une valeur pour RTS-UP. Si aucune valeur n'est spécifiée, il convient d'utiliser la valeur par défaut conformément au point 7.3.4.6.	N	s-1
Pente de transition relative pour la baisse de puissance au point de consigne (RTS-DOWN) Le fabricant peut spécifier une valeur pour RTS-DOWN. Si aucune valeur n'est spécifiée, il convient d'utiliser la valeur par défaut conformément au point 7.3.4.6.	N	s-1
Points de fonctionnement: n° 01... n° n_{op} OP01 correspond à la puissance de sortie inférieure du FCS au point de fonctionnement n° 01, OPn_{op} au point de fonctionnement supérieur. Le tableau comporte une ligne par point. Pour indiquer si OPxx est soumis à l'essai lors de la montée en puissance ou de la baisse de puissance, un suffixe supplémentaire, revêtant la forme d'un caractère unique, est ajouté dans les documents d'information, à savoir la lettre «a» pour les points de fonctionnement ascendants, et la lettre «d» pour les points de fonctionnement descendants.	O	kW

Nom/Description	Obligatoire: O/N	Unité
FCS type A/C (le PCS fait partie de l'unité soumise à l'essai): niveau de tension inférieur de la sortie du PCS $U_{PCS, out, lower}$, auquel le FCS peut fonctionner sans limitation au OPn_{op}. FCS type B/D (le PCS ne fait pas partie de l'unité soumise à l'essai): $U_{PCS, lower}$ correspond à une spécification CC/CC obligatoire fournie par le fabricant. La chambre d'essai CC/CC doit satisfaire à cette exigence.	O	V
FCS type A/C (le PCS fait partie de l'unité soumise à l'essai): niveau de tension supérieur de la sortie du PCS $U_{PCS, out, upper}$ auquel le FCS peut fonctionner à OPn_{op}. FCS type B/D (le PCS ne fait pas partie de l'unité soumise à l'essai): $U_{PCS, upper}$ correspond à une spécification CC/CC obligatoire fournie par le fabricant. La chambre d'essai CC/CC doit satisfaire à cette exigence.	O	V

7.3.3 Méthode

La procédure d'essai de certification vise à enregistrer des données statiques sur un FCS stabilisé à différents points de fonctionnement. Chaque point de fonctionnement est caractérisé par son point de consigne pour la puissance de sortie du FCS.

Au cours de la certification, le FCS doit fonctionner dans ses conditions de fonctionnement standard, telles que documentées par le fabricant conformément à l'appendice 7.

Le niveau de tension à l'interface entre le PCS et les composants électriques externes doit être déterminé à l'aide des niveaux de tension inférieur et supérieur, comme indiqué dans le tableau 10:

$U_{PCS, out} = 0,5 * (U_{PCS, out, upper} + U_{PCS, out, lower})$

Si le PCS n'est pas inclus dans l'unité soumise à l'essai, les valeurs $U_{PCS, upper}$ et $U_{PCS, lower}$ sont dérivées des spécifications obligatoires relatives au convertisseur continu-continu fournies par le fabricant.

Le fabricant doit déclarer, conformément à l'appendice 7, des conditions limites réalistes pour le fonctionnement normal du FCS en vue d'une utilisation embarquée.

7.3.4 Description de la procédure d'essai

La procédure d'essai doit être exécutée dans son intégralité sans interruption, et l'ensemble de l'essai doit être enregistré.

Le fabricant doit spécifier le point de fonctionnement (OP) pour lequel les puissances électriques de sortie du FCS la plus basse (OP01) et la plus élevée (OPn_{op}) doivent être mesurées comme plage d'essai de certification. Cette plage couvre l'ensemble du fonctionnement du système en conditions réelles en mode d'utilisation embarquée.

7.3.4.1 Définition des points de fonctionnement

Le FCS doit être soumis à des essais sur un nombre défini de points de fonctionnement, n_{op}, qui doit être égal ou supérieur à 12.

Les points de fonctionnement avec les puissances électriques de sortie du FCS la plus basse (OP01) et la plus élevée (OPn_{op}) doivent obligatoirement être mesurés.

Les autres points de fonctionnement sont répartis sur la plage d'essai de certification. La distribution des points de fonctionnement ne doit pas nécessairement être équidistante, mais elle doit permettre une bonne interpolation de la consommation de carburant sur l'ensemble de la plage d'essai de certification. Dans les régions où la relation non linéaire entre la puissance de sortie du FCS et la consommation de carburant est élevée, un espacement plus réduit des points de consigne est autorisé.

La convention de dénomination des points de consigne de fonctionnement est définie comme suit:

P@OP01: valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS à OP01

P@OPxx: valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS à tout point de fonctionnement compris entre le plus bas et le plus élevé, l'identifiant xx allant de 02 à (n_{op} -1)

P@OPn$_{op}$: valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS à OPn_{op}

L'écart maximal entre deux points de fonctionnement adjacents, Step-size$_{max}$, doit être défini conformément à l'équation suivante

$$\text{Step-size}_{max} < 0{,}20 * (\text{P@OPn}_{op} - \text{P@OP01})$$

7.3.4.2 Phase de conditionnement

Avant l'essai proprement dit, le système doit avoir fonctionné pendant au moins 60 minutes à un SCOP. Ce point de consigne (valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS) se situe entre 40 % et 60 % du point de fonctionnement supérieur pour la certification, OPn_{op}, et est défini par le fabricant.

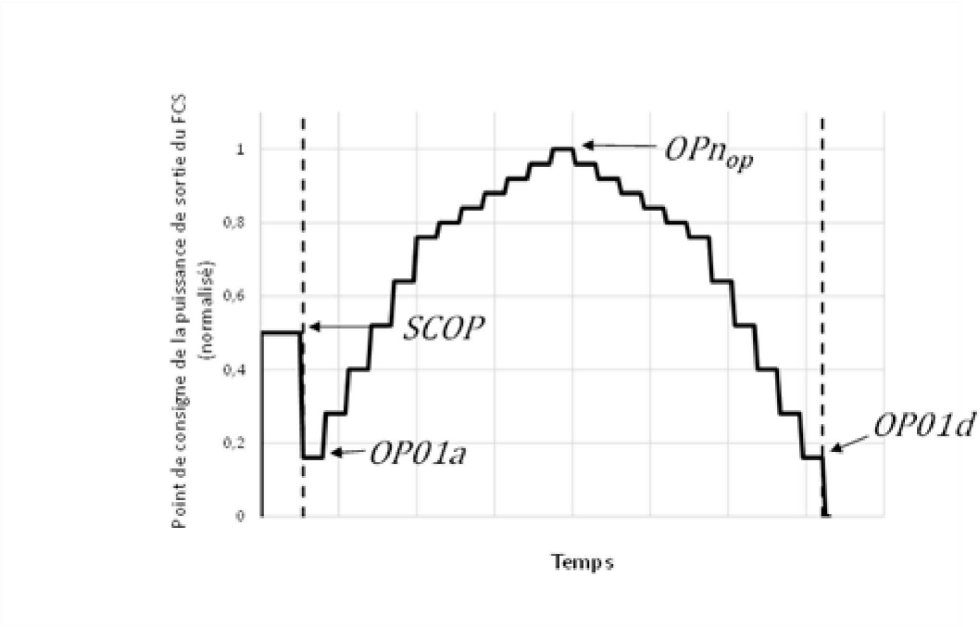
7.3.4.3 Séquence des points de fonctionnement

La série commence à OP01 et se poursuit par ordre croissant jusqu'à OPn_{op}, puis reprend de nouveau par ordre décroissant, jusqu'au point de fonctionnement le plus bas. La durée totale dépend du temps de stabilisation des différents points de fonctionnement.

La figure 3 représente l'ensemble de la séquence d'essai de manière schématique.

Figure 3

Séquence des points de fonctionnement



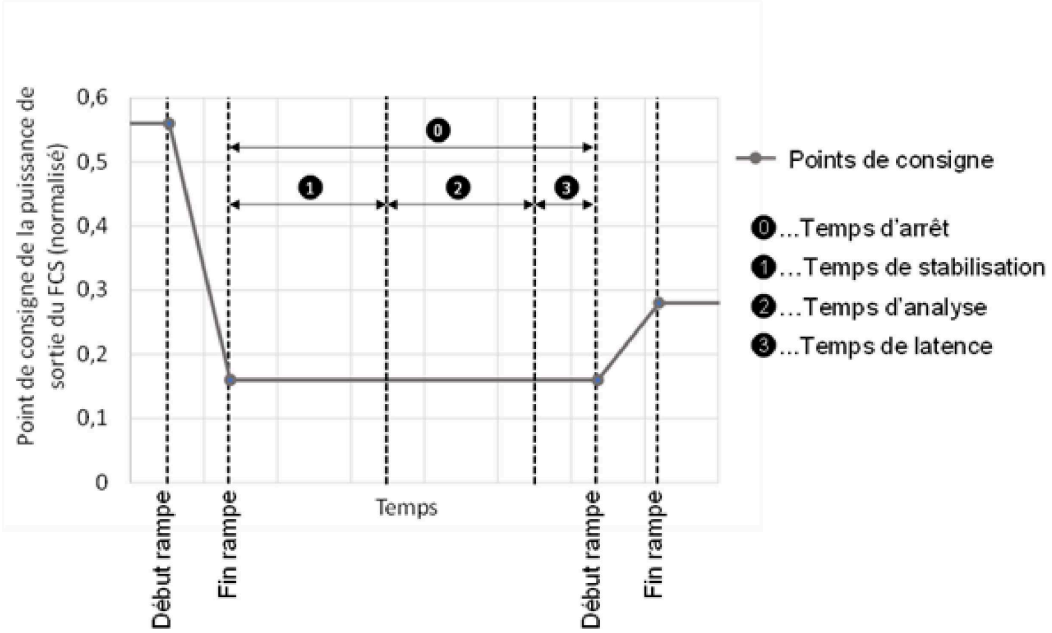
7.3.4.4 Étapes à effectuer à chaque point de fonctionnement

Afin de déterminer la consommation de carburant à chaque point de fonctionnement de manière reproductible, le fabricant définit un temps de stabilisation suffisant à chaque point de fonctionnement pour assurer une stabilité suffisante du système. Le temps de stabilisation est défini comme une valeur individuelle pour chaque point de fonctionnement à mesurer et doit être compris entre $t_{stab,min}$ = 300 - 1 s et $t_{stab,max}$ = 1 800 + 1 s. Les deux temps de stabilisation pour le même point de fonctionnement, dans les parties ascendante et descendante, doivent se situer dans une fourchette de tolérance de 2 secondes. Le temps de stabilisation d'un point de fonctionnement mesuré commence immédiatement après l'achèvement de la montée/descente à partir du point de consigne précédent. Un temps d'analyse est nécessaire pour obtenir des valeurs moyennes en évitant les bruits de mesure et d'autres effets instationnaires. Par conséquent, le temps d'analyse est fixé à t_{anlys} = 180 ± 1 s et commence après le temps de stabilisation. Les valeurs mesurées sur cette période doivent satisfaire aux critères de stabilité énoncés au point 7.3.4.5, sauf si le temps de stabilisation maximal de $t_{stab,max}$ = 1 800 + 1 s est appliqué. Le temps d'analyse est suivi du temps de latence, utilisé pour assurer une séparation correcte du point de charge suivant, la durée étant définie comme t_{stb} = 10 ± 1 s.

La figure 4 présente les étapes à effectuer à chaque point de fonctionnement.

Figure 4

Étapes à effectuer à chaque point de fonctionnement



7.3.4.5 Critères de stabilité

Pour déterminer le degré de stabilité de la consommation de carburant, mesuré à l'aide d'un capteur de la chambre d'essai à l'admission du carburant du FCS ($\dot{m}_F$ FPS comme spécifié à la figure 5), une régression linéaire des moindres carrés est effectuée, la variable indépendante étant le temps et la variable dépendante étant le débit de carburant, conformément aux points 7.3.6.1 et 7.3.6.2. Sur la base de l'analyse de régression, les deux indicateurs de stabilité suivants sont calculés conformément au point 7.3.6.3:

a) la valeur absolue de la pente relative de l'estimation (ARS), qui représente la pente;

b) l'erreur relative d'estimation (REE), qui représente le degré de fluctuation de l'élément faisant l'objet d'un suivi.

Les valeurs des critères de stabilité sont calculées conformément au point 7.3.6.3. Le point de fonctionnement doit être considéré comme stable si les deux indicateurs sont inférieurs à une valeur seuil spécifique dans le délai défini pour l'analyse. Les valeurs seuils des indicateurs de stabilisation ARS et REE doivent être calculées conformément aux valeurs seuils indiquées dans le tableau 11. Pour le calcul de la valeur REE, la puissance de consigne normalisée pour tout point de fonctionnement, comparée au point de fonctionnement le plus élevé, doit être définie comme suit:

$$P@OPxx_{norm} = \frac{P@OPxx}{P@OPn_{op}}$$

Tableau 11

Valeurs seuils

Indicateur:	Valeur seuil:
ARS	7,0E-5 sE-1
REE	$\frac{1}{P@OPxx_{norm}} + 1$

En cas d'échec de la preuve de stabilité à un point de fonctionnement quelconque, l'essai doit être répété avec un temps de stabilisation étendu ou maximal conformément au point 7.3.4.4.

7.3.4.6 Pente de transition entre deux points de fonctionnement

Le passage d'un point de consigne à l'autre doit s'effectuer avec une pente modérée. Les pentes appropriées pour la montée et la descente du point de consigne doivent être spécifiées par le fabricant. L'objectif est de définir une pente qui facilite une stabilisation rapide au point de fonctionnement suivant. Aucune restriction ne s'applique à la valeur de la pente de transition ou à la forme de celle-ci. Si aucune pente de transition n'est spécifiée par le fabricant, la RTS doit être définie à +0,002 ± 0,0004 s^{-1} pendant la montée en puissance et à − 0,002 ± 0,0004 s^{-1} pour la descente.

$$RTS = \frac{dP_{el}/dt}{P@OPn_{op}}$$

où:

P_{el}: puissance électrique de sortie CC du FCS

dP_{el}/dt: pente de la transition d'un point de fonctionnement $P_{el,\ 1}$ à l'instant t_1 à un point de fonctionnement suivant $P_{el,\ 2}$ à l'instant t_2. Lorsque le temps de transition $dt = t_2 - t_1$ est suffisamment court pour négliger les effets de la non-linéarité

$P@OPn_{op}$: valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS au point de fonctionnement le plus élevé

7.3.4.7 Calcul de la consommation de carburant et de la puissance de sortie mesurées

La puissance électrique de sortie et le taux de consommation d'hydrogène correspondant de l'unité soumise à l'essai pour chaque point de fonctionnement individuel sont calculés en moyenne arithmétique sur le temps d'analyse t_{anlys} défini conformément au point 7.3.4.4. Le calcul de la moyenne arithmétique s'effectue comme suit:

$$P_{FCS,\ avg,\ p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} P_{FCS,\ i,\ p}$$

et

$$\dot{m}_{F,\ avg,\ p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \dot{m}_{F,\ i,\ p}$$

où:

$P_{FCS,\ avg,\ p}$: moyenne arithmétique sur n valeurs enregistrées au cours du t_{anlys} de la puissance électrique de sortie $P_{FCS,\ i,\ p}$ en kW

$P_{FCS,\ i,\ p}$: valeur enregistrée de la puissance électrique de sortie avec indice i en kW.

Cette puissance de sortie est mesurée en fonction du type d'unité soumise à l'essai après le PDS (position du capteur: P_el, PDS, comme décrit à la figure 5) ou PCS (position du capteur: P_el, PCS, comme indiqué au point 7.4, figure 5)

$\dot{m}_{F,\ avg,\ p}$ moyenne arithmétique sur n valeurs enregistrées au cours du t_{anlys} du débit de carburant $\dot{m}_{F,\ i,\ p}$ en g/h

$\dot{m}_{F,\ i,\ p}$:: valeur enregistrée du débit de carburant avec indice i en g/h

i: Indice des données individuelles enregistrées points 1 à n

p: Indice du tracé ascendant a) ou descendant d) (omis pour OPn_{op})

n:: nombre de valeurs enregistrées au cours de la période de calcul de la moyenne t_{anlys} définie conformément au point 7.3.4.4.

Par la suite, une moyenne arithmétique obtenue pour les deux valeurs $P_{FCS,\ avg}$ et $\dot{m}_{F,\ avg}$ pour chaque point de fonctionnement individuel situé sous OPn_{op} est calculée comme moyenne arithmétique des valeurs moyennées des parties ascendante et descendante, conformément aux équations suivantes:

$$P_{FCS,\ avg} = \frac{P_{FCS,\ avg,\ a} + P_{FCS,\ avg,\ d}}{2}$$

et

$$\dot{m}_{F,\ avg} = \dot{m}_{F,\ avg,\ a} + \frac{\dot{m}_{F,\ avg,\ d}}{2}$$

où:

$P_{FCS,\ avg,\ a}$: moyenne arithmétique de la puissance électrique de sortie sur le tracé ascendant, déterminée conformément à l'alinéa précédent, en kW

$P_{FCS,\ avg,\ d}$: moyenne arithmétique de la puissance électrique de sortie sur le tracé descendant, déterminée conformément à l'alinéa précédent, en kW

$\dot{m}_{F,\ avg,\ a}$: moyenne arithmétique du débit de carburant sur le tracé ascendant, déterminée conformément à l'alinéa précédent, en g/h

$\dot{m}_{F,\ avg,d}$: moyenne arithmétique du débit de carburant sur le tracé descendant, déterminée conformément à l'alinéa précédent, en g/h.

Pour OPn_{op} (point de fonctionnement supérieur), cette étape de calcul de la moyenne n'est pas applicable puisqu'il n'existe qu'une seule mesure pour ce point de fonctionnement.

7.3.4.8 Correction de la puissance de sortie du FCS aux conditions de référence

La puissance de sortie du FCS mesurée P_{FCS} doit être corrigée conformément à l'équation suivante:

$$P^*_{FCS} = P_{FCS,avg} + \Delta\eta\ \dot{m}_{F,avg}\ \frac{NCV_{std,H2}}{3600\ \frac{s}{h}}$$

avec:

$$\Delta\eta = k_{load} * (p_{in} - p^*)$$

où:

P^*_{FCS}: Puissance électrique de sortie du FCS dans les conditions de référence, en kW

$P_{FCS,avg}$: Puissance électrique de sortie du FCS conformément au point 7.3.4.7, en kW

$\dot{m}_{F,avg}$: Débit de carburant conformément au point 7.3.4.7, en g/h

$NCV_{std,H2}$: Pouvoir calorifique net standard de l'hydrogène conformément au point 5.3.3.1, en MJ/kg

p^*: Pression dans les conditions de référence avec une valeur numérique de 0,975 bar

p_{in}: Pression de l'air d'admission jusqu'à l'APS de l'unité soumise à l'essai ($p_{_A,APS}$ comme indiqué à la figure 5), en bar. La valeur doit être calculée comme la moyenne arithmétique sur le temps d'analyse t_{anlys} défini conformément au point 7.3.4.4 et la valeur obtenue doit ensuite être exprimée en moyenne pour la partie ascendante et la partie descendante (sauf pour OPn_{op}) selon les prescriptions prévues pour le signal de la consommation de carburant conformément au point 7.3.4.7.

k_{load}: Pente du rendement déterminée conformément au point 7.3.4.8.1, en bar^{-1}.

7.3.4.8.1 Pente du rendement k_{load}

La valeur de la puissance normalisée est déterminée en divisant la valeur de $P_{FCS,avg}$ d'un point de fonctionnement spécifique par la valeur de $P_{FCS,avg}$ pour OPn_{op}, toutes deux dérivées conformément au point 7.3.4.7.

Sur la base de la valeur de la puissance normalisée d'un point de fonctionnement spécifique, la valeur de k_{load} est déterminée à partir des données correspondantes du tableau 12 au moyen d'une interpolation linéaire entre les deux points de données adjacents. Si la valeur de la puissance normalisée est inférieure à 0,1, la valeur de k_{load} définie à 0,1 en puissance normalisée doit être utilisée.

Tableau 12

Paramètre k_{load} comme fonction de la puissance normalisée

Puissance normalisée [-]	k_{load}
0,1	0,3730
0,2	0,1485
0,5	0,0745
0,8	0,0855
1,0	0,1115

7.3.5 Conditions d'essai

Les conditions ambiantes dans la chambre d'essai doivent satisfaire aux critères minimaux et maximaux définis dans le tableau 13.

Tableau 13

Limites des conditions ambiantes et des conditions des agents pendant l'essai de certification

	valeur min.	valeur max.
Pression ambiante	90,0 kPa	102,0 kPa
Température ambiante	288,0 K	298,0 K
Pression d'entrée de l'oxydant (air)	90,0 kPa	102,0 kPa
Température d'entrée de l'oxydant (air)	288,0 K	303,0 K
Humidité relative, apport d'oxydant (d'air)	45,0 %	80,0 %

7.3.6 Statistiques

7.3.6.1 Valeur moyenne et écart type

La valeur moyenne arithmétique est calculée comme suit:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

L'écart type est calculé comme suit:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

7.3.6.2 Analyse de régression

La pente de la droite de régression est calculée comme suit:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{y}) \times (x_i - \overline{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$$

L'ordonnée à l'origine de la droite de régression est calculée comme suit:

$$a_0 = \overline{y} - (a_1 \times \overline{x})$$

L'erreur type d'estimation est calculée comme suit:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}[y_i - (x_i \bullet a_1 + a_0)]^2}{n}}$$

7.3.6.3 Critères de stabilité

L'ARS est calculée comme suit:

$$ARS = |\frac{a_1}{\overline{y}}|$$

La valeur REE est calculée comme suit:

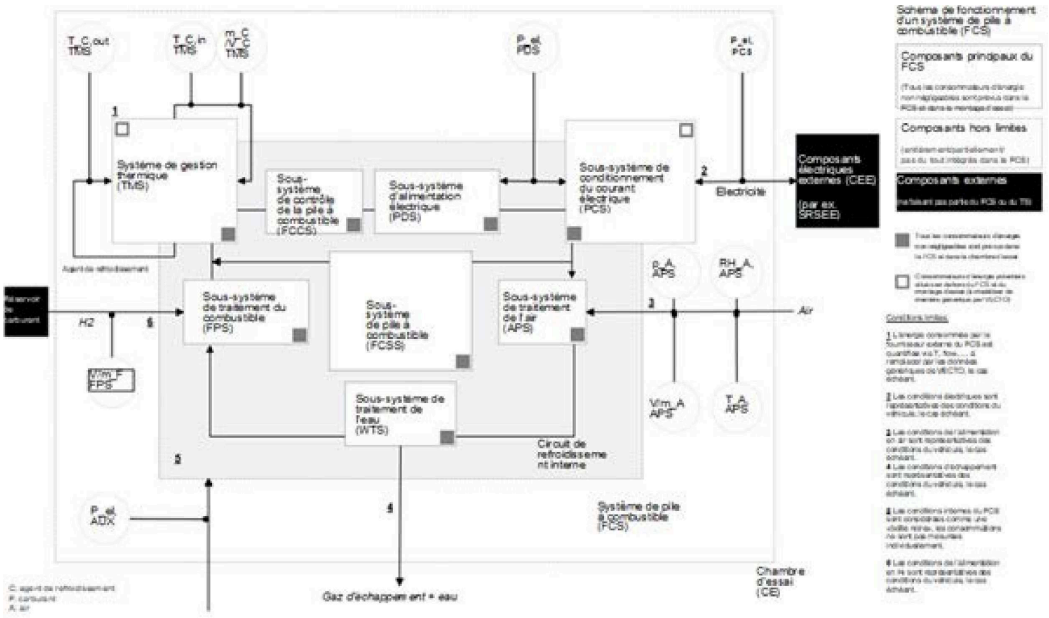
$$REE = |\frac{SEE}{\overline{y}}| \bullet 100\ \%$$

7.4. Documentation de l'essai de certification

Les données pertinentes pour la reproductibilité de l'essai doivent être consignées dans le document d'information figurant à l'appendice 7. La position des différents capteurs utilisés pour les essais doit être définie conformément au schéma représentatif d'un FCS illustré à la figure 5.

Figure 5

Schéma représentatif d'un FCS, incluant la position des capteurs pertinents



7.5 Calcul de la puissance électrique de sortie effective

La puissance électrique de sortie du système à pile à combustible dans les conditions de référence, P^*_{FCS}, déterminée conformément au point 7.3.4.8, est corrigée pour tenir compte des configurations suivantes:

a) le PCS ne fait pas partie du FCS installé pour l'essai de certification;

b) les composants des équipements auxiliaires consommateurs d'énergie ne sont pas du tout installés pour l'essai de certification, ne sont pas intégrés dans l'unité soumise à l'essai ou sont alimentés en externe par l'infrastructure du banc d'essai pendant l'essai de certification.

7.5.1 Enregistrement de valeurs supplémentaires

Les valeurs suivantes doivent être enregistrées séparément pour chaque pompe de liquide de refroidissement qui n'est pas du tout installée pour l'essai de certification ou qui n'est pas intégrée dans l'unité soumise à l'essai:

$_{C,TMS,in}$ débit volumique de l'agent de refroidissement en amont du TMS,

$p_{C,TMS,in}$ pression de l'agent de refroidissement en amont du TMS,

$p_{C,TMS,out}$ pression de l'agent de refroidissement en aval du TMS.

La consommation d'énergie, $P_{el,AUX}$, doit être enregistrée séparément pour chaque composant d'équipement auxiliaire consommateur d'énergie alimenté en externe par l'infrastructure du banc d'essai au cours de l'essai de certification.

Conformément au point 3.2.2, le débit volumique et la consommation d'énergie électrique doivent avoir un signe algébrique positif.

Une moyenne de toutes les valeurs enregistrées doit être calculée pour chaque point de fonctionnement du FCS mesuré conformément à la méthode énoncée au point 7.3.4.7, en appliquant la même période spécifique de calcul de la moyenne t_{anlys} conformément au point 7.3.4.4.

7.5.2 Équations pour les corrections effectuées

Toutes les équations suivantes doivent être évaluées pour chaque point de fonctionnement du FCS mesuré conformément à la méthode énoncée au point 7.3.4.7.

Si le PCS ne fait pas partie du FCS installé pour l'essai de certification, la puissance électrique de sortie mesurée à l'emplacement du PDS conformément au schéma représentatif d'un FCS illustré à la figure 5 doit être corrigée des pertes d'un PCS générique, conformément à l'équation suivante:

$$P^*_{el,PCS} = P^*_{FCS,PDS} \text{ x } eta_{DC/DC}$$

où:

$P^*_{el,PCS}$ la puissance électrique de sortie en kW à l'emplacement du PCS comme indiqué à la figure 5, aux conditions de référence

$P^*_{FCS,PDS}$ la puissance électrique de sortie en kW du système à pile à combustible à l'emplacement du PDS conformément au schéma représentatif d'un FCS illustré à la figure 5 dans des conditions de référence déterminées conformément au point 7.3.4.8

$eta_{DC/DC}$ le facteur d'efficacité générique du convertisseur continu-continu, qui doit être de 0,975.

Pour chaque pompe de liquide de refroidissement qui n'est pas du tout installée pour l'essai de certification ou qui n'est pas installée dans l'unité soumise à l'essai, la consommation électrique doit être calculée conformément à l'équation suivante:

$$P_{el,Cool} = (p_{C,TMS,in} - p_{C,TMS,out}) \times \dot{V}_{C,TMS,in} / eta_{WP,hyd} / eta_{WP,EM}$$

où:

$P_{el,Cool}$	la consommation électrique de la pompe de liquide de refroidissement, en kW
$p_{C,TMS,in}$	la pression de l'agent de refroidissement en amont du TMS, en kPa
$p_{C,TMS,out}$	la pression de l'agent de refroidissement en aval du TMS, en kPa
$\dot{V}_{C,TMS,in}$	le débit volumétrique de l'agent de refroidissement en amont du TMS, en m^3/s
$eta_{WP,hyd}$	le facteur de rendement hydraulique générique de la pompe, qui doit être de 0,8.
$eta_{WP,EM}$	le facteur de rendement générique de l'entraînement de la pompe électrique, qui doit être de 0,8.

La puissance électrique de sortie effective finale du FCS utilisée à l'entrée de l'outil de simulation, en tenant compte de tous les composants consommateurs électriques supplémentaires, doit être calculée conformément à l'équation suivante:

$$P^*_{el,FCS,net} = P^*_{el,PCS} + \sum_{i=1}^{n} P_{el,AUX,i} / eta_{DC/DC} + \sum_{j=1}^{o} P_{el,AUX,j} + \sum_{k=1}^{p} P_{el,Cool,k} / eta_{DC/DC} + \sum_{l=1}^{q} P_{el,Cool,l}$$

où:

$P^*_{el,FCS,net}$	la puissance électrique de sortie effective du FCS (utilisée comme entrée de l'outil de simulation) dans les conditions de référence, en kW
$P^*_{el,PCS}$	la puissance électrique de sortie en kW à l'emplacement du PCS comme indiqué à la figure 5, aux conditions de référence
$P_{el,AUX}$	la consommation électrique des composants d'équipements auxiliaires qui n'ont pas du tout été installés pour l'essai de certification, qui n'ont pas été installés dans l'unité soumise à l'essai ou qui ont été alimentés en externe par l'infrastructure du banc d'essai au cours de l'essai de certification, en kW
	lorsqu'il y a lieu d'appliquer la différenciation suivante:
$P_{el,AUX,i}$	tous les composants raccordés au FCS, soit à l'emplacement du PDS comme indiqué à la figure 5, soit par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu distinct; où i = 1, 2, 3,... nombre maximal n de ces composants à prendre en considération
$P_{el,AUX,j}$	tous les composants raccordés au FCS, soit à l'emplacement du PCS comme indiqué à la figure 5, soit sans convertisseur continu-continu distinct; où j = 1, 2, 3,... nombre maximal o de ces composants à prendre en considération
$P_{el,Cool}$	la consommation électrique de la pompe de liquide de refroidissement, en kW
	lorsqu'il y a lieu d'appliquer la différenciation suivante:
$P_{el,Cool,k}$	toutes les pompes de liquide de refroidissement raccordées au FCS, soit à l'emplacement du PDS comme indiqué à la figure 5, soit par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu distinct; où k = 1, 2, 3,... nombre maximum p de ces composants à prendre en considération
$P_{el,Cool,l}$	toutes les pompes de liquide de refroidissement raccordées au FCS, soit à l'emplacement du PCS comme indiqué à la figure 5, soit sans convertisseur continu-continu distinct; où l = 1, 2, 3,... nombre maximum q de ces composants à prendre en considération
$eta_{DC/DC}$	le facteur d'efficacité générique du convertisseur continu-continu doit être de 0,975.

7.5.3 Entrée dans l'outil de simulation

Les valeurs de la puissance électrique de sortie effective $P^*_{el,FCS,net}$ déterminée conformément au point 7.5.2 multipliées par -1, et les valeurs absolues du débit de carburant déterminées conformément au point 7.3.4.7 doivent être utilisées comme données d'entrée dans l'outil de simulation.».

18) L'appendice 7 est remplacé par le texte suivant:

«*Appendice 7*

Document d'information concernant le FCS

Communication concernant: — la délivrance ([1]) — l'extension ([1]) — le refus ([1]) — le retrait ([1])	Tampon de l'administration

([1]) [1]Rayer les mentions inutiles

d'un certificat relatif aux propriétés en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant d'un système de machine électrique IEPC/IHPC de type 1/système de batterie/système de condensateur /FCS conformément au règlement (UE) 2017/2400 de la Commission.

Règlement (UE) 2017/2400 de la Commission, tel qu'applicable le [date]

Numéro de certification:

Code de hachage:

Motif de l'extension:

N° du document d'information: Version:

Date de délivrance:

Date de modification:

conformément à …

Type/famille de FCS (le cas échéant):

0. GÉNÉRALITÉS

0.1. Nom et adresse du fabricant:

0.2. Marque (raison sociale du fabricant):

0.3. Type du FCS:

0.4. Famille du FCS:

0.5. Type de FCS en tant qu'entité technique distincte / famille de FCS en tant qu'entité technique distincte:

0.6. Dénomination(s) commerciale(s) (le cas échéant):

0.7. Moyens d'identification du modèle, si indiqué sur le FCS:

0.8. Dans le cas de composants et d'entités techniques distinctes, emplacement et mode d'apposition de la marque de réception CE:

0.9. Noms et adresses des ateliers de montage:

0.10. Nom et adresse du mandataire du fabricant:

PARTIE 1

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DU FCS (PARENT) ET DES TYPES DE FCS AU SEIN D'UNE FAMILLE DE FCS

		FCS parent ou type de FCS	**Membres de la famille**			
			nº 1	**nº 2**	**nº 3**	...
1.	Généralités:					
1.1.	Puissance supérieure du FCS (puissance électrique supérieure spécifiée en fonctionnement réel): ..... kW					
1.2.	Poids du FCS (toutes parties de l'unité soumise à l'essai comprises): .....kg					
1.3.	Dimensions extérieures brutes du FCS (longueur, largeur et hauteur): ..... mm					
1.4.	Plage U_{out} à l'interface de l'unité soumise à l'essai, soit PDS, out soit PCS, out (min/max): V					
1.5.	Plage I_{out} à l'interface de l'unité soumise à l'essai, soit PDS, out soit PCS, out (min/max): .....A					
1.6.	Plage de tensions de sortie du PCS (min/max) (*): V					
1.7.	Type de FCS concernant le montage d'essai (**) (A, B, C, D):					
2.	APS:					
2.1.	Compresseur d'air					
2.1.1.	Marque(s), type(s).....					
2.1.2.	Consommation électrique dans la plage de l'essai de certification (min/max) .....kW					
2.2.	Dispositif d'humidification de l'air (*)					
2.2.1.	Marque(s), type(s):.....					
2.2.2.	Membrane échangeuse d'humidité, marque(s), type(s):.....					
3.	TMS:					
3.1.	Agent de refroidissement du liquide de refroidissement interne					
3.1.1.	Marque(s), type(s).....					
3.1.2.	Capacité thermique spécifique à 345 K: .....J/(kg·K)					
3.1.3.	Densité à 345 K: .....kg/l					
4.	WTS:					
4.1.	Unité de déionisation					
4.1.1.	Marque(s), type(s).....					
4.1.2.	Agent de refroidissement à conductivité ionique (nominal/max)..... mS/cm					
5.	FPS:					
5.1.	Injecteur de carburant ou combinaison d'injecteur/d'éjecteur:					
5.1.1.	Marque(s), type(s):.....					
5.1.2.	Nombre d'injecteurs:					

5.2. Éjecteur de recirculation anodique (*) .....

5.2.1. Marque(s), type(s) (*): .....

6. FCSS:

6.1. Module(s) de pile à combustible:

6.1.1. Marque(s), type(s): .....

6.1.2. Nombre de modules: .....

6.1.3. Nombre de cellules dans chaque module: .....

6.1.4. Superficie des cellules dans chaque module: cm^2 .....

6.1.5. Point de consigne du courant de référence du module: .....A

6.1.6. Condition de référence (***), température $T_{FCSS} = 0.5 \times (T_{C,out,\,FCSS} + T_{C,\,in,\,FCSS})$: .....K

6.1.7. Condition de référence (***), pression $p_{A,\,FCSS,\,in}$: .....kPa

6.1.8. Condition de référence (***), stœchiométrie anode ν_{fuel} .....

6.1.9. Condition de référence (***), stœchiométrie cathode ν_{Air} .....

6.1.10. Tension du module aux conditions de référence de chaque module: V

6.1.11. Marque(s), Type(s) d'ensembles d'électrodes à membrane (MEA): .....

7. Sous-système d'alimentation électrique (PDS)

7.1. Prise de courant à l'interface avec le FCSS (*)

7.1.1. Marque(s), type(s): .....

8. Sous-système de conditionnement du courant électrique (PCS):

8.1. CC/CC (*)

8.1.1. Marque(s), type(s): .....

8.1.2. Plage de tension à l'entrée/côté primaire (min./max.): V

8.1.3. Plage de tension à l'entrée/côté secondaire (min./max.): V

9. Sous-système de contrôle de la pile à combustible:

9.1. Micrologiciel, version et numéro de build: .....

9.2. Unité de commande, marque et type: .....

(*) Le cas échéant
(**) Conformément au point 7.2.1 et au tableau 9 de la présente annexe
(***) Déclarée par le fabricant des FCSS

LISTE DES PIÈCES JOINTES

N°	**Description:**	**Date de délivrance:**
1	Informations concernant les conditions d'essai du FCS	JJ-MM-AAAA
2	Informations concernant les conditions limites de fonctionnement	JJ-MM-AAAA
3	Informations concernant les résultats des essais de certification du FCS	JJ-MM-AAAA

Pièce jointe 1 au document d'information relatif au FCS

Informations concernant les conditions d'essai du FCS

	Valeur et unité	
Pression ambiante (absolue)	XYZ.0	kPa
Température ambiante	XYZ.0	K
Température d'entrée de l'oxydant (air)	XYZ.0	K
Pression d'entrée de l'oxydant (air) (absolue)	XYZ.0	kPa
Humidité relative, apport d'oxydant/d'air	XY.0	%
Agent de refroidissement du circuit interne: Marque: _____, Type: _____		
Densité des agents de refroidissement du circuit interne à 345 K	XY.0	kg/l
Capacité thermique spécifique des agents de refroidissement dans le circuit de refroidissement interne à 345 K	XYZ.0	J/(kg·K)
SCOP	XYZ.0	kW
Point de fonctionnement n° 01 (OP01)	XYZ.0	kW
Point de fonctionnement n° 02 (OP02)	XYZ.0	kW
Point de fonctionnement n° xx (OPxx, OP entre OP02 et OPn_{op})	XYZ.0	kW
Point de fonctionnement n° n_{op} (OP$n_{op,}$ point de fonctionnement le plus élevé)	XYZ.0	kW
FCS de type A/C (le PCS fait partie de l'unité soumise à l'essai): Niveau de tension inférieur à la sortie du PCS, UPCS,out,lower, auquel le FCS peut fonctionner sans limitation de courant au point OPnop FCS de type B/D (le PCS ne fait pas partie de l'unité soumise à l'essai): UPCS, lower est une spécification CC/CC obligatoire	XYZ.0	V
FCS de type A/C (le PCS fait partie de l'unité soumise à l'essai): Niveau de tension supérieur à la sortie du PCS, UPCS,out,upper, auquel le FCS peut fonctionner au point OPnop FCS de type B/D (le PCS ne fait pas partie de l'unité soumise à l'essai): UPCS, upper est une spécification CC/CC obligatoire	XYZ.0	V

Paramètres facultatifs liés aux conditions de fonctionnement:

Pente de transition relative pour la montée en puissance au point de consigne (RTS-UP) (il s'agit d'une valeur approximative fournie à titre indicatif, le fabricant peut spécifier une fourchette autour de ce chiffre)	XYZ.0	s^{-1}
Pente de transition relative pour la baisse en puissance au point de consigne (RTS-DOWN) (il s'agit d'une valeur approximative fournie à titre indicatif, le fabricant peut spécifier une fourchette autour de ce chiffre)	XYZ.0	s^{-1}

Pièce jointe 2 au document d'information relatif au FCS

Conditions limites pour le fonctionnement du FCS dans les véhicules, telles que déclarées par le fabricant:

Ce tableau est adopté/complété par le fabricant conformément à ses spécifications de fonctionnement du FCS à l'intérieur d'un véhicule. Les spécifications indiquées dans le tableau suivant sont obligatoires:

n° d'OP	Paramètre	Inférieur		Supérieur	
01	Température ambiante	XYZ.0	K	XYZ.0	K
...		XYZ.0	K	XYZ.0	K
n_{op}		XYZ.0	K	XYZ.0	K
01	Pression ambiante	XYZ.0	Pa	XYZ.0	Pa
...		XYZ.0	Pa	XYZ.0	Pa
n_{op}		XYZ.0	Pa	XYZ.0	Pa
01	Humidité ambiante	XYZ.0	%	XYZ.0	%
...		XYZ.0	%	XYZ.0	%
n_{op}		XYZ.0	%	XYZ.0	%
01	Température du liquide de refroidissement à l'entrée du FCSS Notation d'après la figure 5: T_C,in avec adjonction du suffixe FCSS	XYZ.0	K	XYZ.0	K
...		XYZ.0	K	XYZ.0	K
n_{op}		XYZ.0	K	XYZ.0	K
01	Température du liquide de refroidissement à la sortie du FCSS	XYZ.0	K	XYZ.0	K
...		XYZ.0	K	XYZ.0	K
n_{op}		XYZ.0	K	XYZ.0	K
01	Autres conditions limites de fonctionnement à l'intérieur d'un véhicule	XYZ.0	Unité	XYZ.0	Unité
...		XYZ.0	Unité	XYZ.0	Unité
n_{op}		XYZ.0	Unité	XYZ.0	Unité

Pièce jointe 3 au document d'information relatif au FCS

Tableau 1

Informations concernant les résultats des essais de certification du FCS sous forme de valeurs moyennes arithmétiques

OPXXa: ascendant **OPXXd: descendant**	01: Durée / s	02: ARS / s^{-1}	03: REE	04: PC demande de puissance électrique pour le FCS à l'interface PDS/PCS(*) / kW	05: PC courant continu du FCS à l'interface PDS/PCS(*)/ A	06: VP puissance électrique de sortie du FCS à l'interface de l'unité soumise à l'essai (PDS ou PCS) / kW	07: VP courant continu à l'interface de l'unité soumise à l'essai interface (c'est-à-dire PDS ou PCS) / A	réservé	09: VP tension à l'interface de l'unité soumise à l'essai (PDS ou PCS) / V	10: Débit massique de carburant / g/h	...
SCOP											
OP01a											
OP02a											
OP03a											
OP..											
OP*n*$_{op}$ (***)											
OP*n*$_{op}$*-1d*											
OP*n*$_{op}$*-2d*											
OP*n*$_{op}$*-3d*											
OP..d											
OP01d											

OPXXa: ascendant **OPXXd: descendant**	11: Débit volumique de carburant(**) / l/min	12: Pression de carburant à l'entrée du FCS / kPa	13: Pression de carburant à l'entrée du FCSS (*) / kPa	14: Température du carburant à l'entrée du FCSS (*) / K	15: Débit massique de l'air / g/h	16: Débit volumique de l'air (**) /l/min	17: Pression de l'air à l'entrée de l'APS / kPa	18: Température de l'air à l'entrée de l'APS / K	19: Humidité relative de l'air à l'entrée de l'APS / %	20: Débit massique des agents de refroidissement à l'entrée du TMS / g/h	...
SCOP											
OP01a											
OP02a											
OP03a											
OP..											
OP*n*$_{op}$ (***)											
OP*n*$_{op}$*-1d*											
OP*n*$_{op}$*-2d*											
OP*n*$_{op}$*-3d*											
OP..d											
OP01d											

OPXXa: ascendant **OPXXd: descendant**	21: Débit volumique des agents de refroidissement à l'entrée du TMS (**) / l/h	22: Température des agents de refroidissement à l'entrée du TMS / K	23: Température des agents de refroidissement à la sortie du TMS / K	24: Puissance électrique fournie au FCS à partir de la chambre d'essai au PDS / kW	25: Puissance électrique fournie au FCS à partir de la chambre d'essai au PCS / kW
SCOP					
OP01a					
OP02a					
OP03a					
OP..					
OP*n*$_{op}$ (***)					
OP*n*$_{op}$-*1d*					
OP*n*$_{op}$-*2d*					
OP*n*$_{op}$-*3d*					
OP..d					
OP01d					

(*) Le cas échéant/ si accessible
(**) Si le débit massique des agents doit être calculé sur la base du débit volumique et de la densité
(***) n_{op}: nombre de points de fonctionnement différents, OPn_{op} étant le point de fonctionnement supérieur pendant la certification, tel que spécifié au point 7.3.4.1.

Explications concernant le tableau figurant à l'annexe 3 du document d'information relatif au FCS

Les positions des capteurs sont indiquées de manière schématique à la figure 5. Toutes les valeurs – à l'exception de la durée et des indicateurs ARS et REE – sont des moyennes arithmétiques déterminées pour chaque point de fonctionnement pendant le temps d'analyse, t_{anlys}, défini conformément au point 7.3.4.4 (c'est-à-dire avant l'étape de calcul des moyennes des tracés ascendants et descendants). Pour le SCOP, la fenêtre de calcul de la moyenne est définie par la même durée que le temps d'analyse et se situe juste avant le passage à l'OP01a suivant.

Les exigences minimales de précision des capteurs sont indiquées au moyen d'une classification du type de capteur dans la colonne correspondante du tableau 2. On distingue les types suivants, le type I présentant la plus haute précision et le type III la plus basse:

Type I: précision conformément au tableau 1 de la présente annexe;

Type II: précision des capteurs intégrés et accessibles (c'est-à-dire que tous les capteurs automobiles intégrés au FCS sont de type II);

Type III: sans objet ou précision non spécifiée: précision conformément aux meilleures pratiques/au sens commun.

Si une même valeur est mesurée par plus d'un capteur, seuls les chiffres déterminés par le capteur présentant la plus grande précision doivent être consignés. Si les termes "le cas échéant"/"si accessible" figurent dans la colonne "Commentaire", il n'est pas nécessaire d'installer des capteurs supplémentaires.

Tableau 2

Exigences de précision des capteurs

N°:	Description	Unité	Type	Commentaire
01	Durée	s	III	Délai entre les périodes de transition du point de consigne de puissance/de courant
02	ARS	s^{-1}	III	Voir le point 7.3.4.5 de la présente annexe: valeur absolue de la pente relative
03	REE	—	III	Voir le point 7.3.4.5 de la présente annexe: erreur relative d'estimation
04	PC demande de puissance électrique pour le FCS à l'interface de l'unité soumise à l'essai	kW	III	Point de consigne, le cas échéant (variable dépendante: PDS,out ou PCS,out) (si P_{el} est un PC)
05	PC courant continu du FCS à l'interface de l'unité soumise à l'essai	A	III	Point de consigne, le cas échéant (variable dépendante: PDS,out ou PCS,out) (si I_{FCS} est un PC)
06	VP puissance électrique de sortie du FCS à l'interface de l'unité soumise à l'essai	kW	I	Valeur de procédé, (variable dépendante: PDS,out ou PCS,out) Notation à la figure 5: P_el, PDS ou P_el,PCS S'ils ne sont pas mesurés directement, mais calculés sur la base des valeurs U et I, les capteurs U et I doivent être conformes aux capteurs de type I.
07	VP courant continu à l'interface de l'unité soumise à l'essai	A	I	Valeur de procédé (variable dépendante: PDS,out ou PCS,out)
08	Réservé			
09	VP tension à l'interface de l'unité soumise à l'essai	V	I	Valeur de procédé (variable dépendante: PDS,out ou PCS,out)
10	Débit massique du carburant	g/h	I/III	mesuré (I) ou calculé (III) au moyen de la densité et du débit volumique, notation à la figure 5: $\dot{m}$_F, FPS
11	Débit volumique de carburant	l/min	I	Si le débit massique des agents doit être calculé sur la base du débit volumique et de la densité; dans le cas contraire, il peut être omis Notation à la figure 5: $\dot{V}$_F, FPS
12	Pression de carburant à l'entrée du FCS	kPa	I	À l'interface de la chambre d'essai/de l'unité soumise à l'essai
13	Pression de carburant à l'entrée du FCSS	kPa	II	Si accessible
14	Température du carburant à l'entrée du FCSS	K	II	Si accessible, sinon température du carburant à l'entrée du FCS
15	Débit massique de l'air	g/h	I	Mesuré ou calculé au moyen de la densité et du débit volumique (notation à la figure 5: $\dot{m}$_A, APS)

Nº:	Description	Unité	Type	Commentaire
16	Débit volumique d'air	l/min	I	Si le débit massique des agents doit être calculé sur la base du débit volumique et de la densité; dans le cas contraire, il peut être omis (notation à la figure 5: V̇_A, APS)
17	Pression de l'air à l'entrée de l'APS	kPa	I	Notation à la figure 5: p_A, APS
18	Température de l'air à l'entrée de l'APS	K	I	Notation à la figure 5: T_A, APS
19	Humidité relative de l'air à l'entrée de l'APS	%	II	Humidité relative à l'entrée du FCS/à l'interface FCS/APS Notation à la figure 5: RH_A
20	Débit massique des agents de refroidissement au TMS	g/h	II	S'il n'est pas mesuré, il doit être calculé sur la base du débit volumique et de la densité; notation à la figure 5: ṁ_C, TMS
21	Débit volumique des agents de refroidissement au TMS	l/h	II	Si le débit massique des agents doit être calculé sur la base du débit volumique et de la densité; dans le cas contraire, il peut être omis Notation à la figure 5: V̇_C, TMS
22	Température des agents de refroidissement à l'entrée du TMS	K	II	Notation à la figure 5: T_C, in_TMS
23	Température des agents de refroidissement à la sortie du TMS	K	II	Notation à la figure 5: T_C, out_TMS
24	Puissance électrique fournie au FCS à partir de la chambre d'essai au PDS	kW	I	Somme de toute la puissance électrique fournie de la chambre d'essai à l'unité soumise à l'essai connectée au FCS, soit à l'emplacement du PDS comme indiqué à la figure 5, soit par l'intermédiaire d'un convertisseur continu-continu distinct
25	Puissance électrique fournie au FCS à partir de la chambre d'essai au PCS	kW	I	Somme de toute la puissance électrique fournie de la chambre d'essai à l'unité soumise à l'essai connectée au FCS, soit à l'emplacement du PCS comme indiqué à la figure 5, soit sans convertisseur continu-continu distinct
	...			...
	...			*Si d'autres valeurs sont nécessaires pour garantir la reproductibilité de l'essai, ces valeurs doivent également être ajoutées, y compris si le refroidissement se fait en circuits multiples, auquel cas chaque débit de refroidissement doit être consigné séparément.*»

19) L'appendice 8 est modifié comme suit:

a) le cinquième tiret est remplacé par le texte suivant:

«— Étape 5: les caractéristiques de surcharge doivent être déterminées à partir des données obtenues conformément à l'étape 2. Le couple de surcharge et la vitesse de rotation correspondante doivent être calculés sous la forme de valeurs moyennes sur la plage de vitesse où la puissance est égale ou supérieure à 90 % de la puissance maximale. Si le couple de surcharge obtenu est inférieur au couple continu, le couple de surcharge doit être réglé sur la valeur du couple continu sur 30 minutes résultant de l'étape 4. La durée de surcharge t0_maxP doit être définie par la durée totale de l'essai effectué conformément à l'étape 2, multipliée par un facteur de 0,25.»;

b) au sixième tiret, point e), iii), l'équation:

«$P_{loss}(T_i,n_j) = \left(1 - n\left(\frac{T_i}{T_{max}}, \frac{n_j}{n_{rated}}\right)\right) \times |T_i| \times n_j \times \frac{2\pi}{60}$»

est remplacée par l'équation suivante:

«$P_{loss}(T_i,n_j) = \left(1 - \eta\left(\frac{T_i}{T_{max}}, \frac{n_j}{n_{rated}}\right)\right) \times |T_i| \times n_j \times \frac{2\pi}{60}$».

20) L'appendice 9 est modifié comme suit:

a) au point 2), a), l'équation:

«$T_{gbx,l,in}$ (n_{in}, T_{in}, gear) = T_{d0} + T_{d1000} × n_{in} / 1000 rpm + $f_{T,gear}$ × T_{in}»

est remplacée par l'équation suivante:

«$T_{gbx,l,in}$ (n_{in}, T_{in}, gear) = T_{d0} + T_{d1000} x n_{in} / 1000 rpm + $f_{T,gear}$ x |T_{in}|»;

b) au point 3), a), l'équation:

«$T_{diff,l,in}$ (T_{in}) = η_{diff} × $T_{diff,d0}$ / i_{diff} + (1- η_{diff}) × T_{in}»

est remplacée par l'équation suivante:

«$T_{diff,l,in}$ (T_{in}) = η_{diff} x $T_{diff,d0}$ / i_{diff} + (1 - η_{diff}) x |T_{in}|».

21) L'appendice 10 est modifié comme suit:

a) le point 1) est modifié comme suit:

a) le point b) est remplacé par le texte suivant:

«b) La capacité nominale doit être la valeur en Ah déterminée d'après la capacité des cellules élémentaires, indiquée sur la fiche technique du fabricant, compte tenu de leur disposition en série/en parallèle. La valeur obtenue pour la capacité totale doit être multipliée par un facteur de 0,9.»;

b) le point d) est remplacé par le texte suivant:

«d) Les DCIR sont définis conformément aux dispositions suivantes:

i) Pour les HPBS conformément au sous-point a) ci-dessus, les différentes valeurs du DCIR sont calculées en divisant la résistance spécifique en [mOhm × Ah] indiquée dans le tableau suivant par la capacité nominale en Ah telle que définie conformément au sous-point b), et en multipliant la valeur obtenue par le nombre de cellules connectées en série, comme indiqué conformément à l'appendice 2, point 1.3.2, de l'annexe 6 du règlement n° 100 de l'ONU:

DCIR	Résistance spécifique en [mOhm × Ah]
DCIR R_{I2}	40
DCIR R_{I10}	45
DCIR R_{I20}	50

ii) Pour les HEBS conformément au sous-point a), les différentes valeurs du DCIR sont calculées en divisant la résistance spécifique en [mOhm × Ah] indiquée dans le tableau suivant par la capacité nominale en Ah telle que définie conformément au sous-point b), et en multipliant la valeur obtenue par le nombre de cellules connectées en série, comme indiqué conformément à l'appendice 2, point 1.3.2, de l'annexe 6 du règlement n° 100 de l'ONU:

DCIR	Résistance spécifique en [mOhm × Ah]
DCIR R_{I2}	210
DCIR R_{I10}	240
DCIR R_{I20}	270
DCIR R_{I120}	390»

c) les points e), i) et e), ii) sont remplacés par le texte suivant:

«i) Pour le HPBS conformément au sous-point a), les valeurs pour le courant de charge maximal et le courant de décharge maximal dépendant du niveau d'état de charge sont fixées au courant respectif en A correspondant aux taux C (nC) indiqués dans le tableau suivant:

État de charge [%]	Taux C (nC) pour le courant de charge maximal	Taux C (nC) pour le courant de décharge maximal
0	9,0	0,0
30	9,0	50,0
80	9,0	50,0
100	0,0	50,0

ii) Pour les HEBS conformément au sous-point a), les valeurs pour le courant de charge maximal et le courant de décharge maximal dépendant du niveau d'état de charge sont fixées au courant respectif en A correspondant aux taux C (nC) indiqués dans le tableau suivant:

État de charge [%]	Taux C (nC) pour le courant de charge maximal	Taux C (nC) pour le courant de décharge maximal
0	0,9	0,0
30	0,9	5,0
80	0,9	5,0
100	0,0	5,0»

b) le point 2), d) est remplacé par le texte suivant:

«La résistance interne est calculée conformément à l'équation suivante:

$$R_{I,Cap} = R_{I,ref} \times \frac{V_{max,Cap} - V_{min,Cap}}{0.55 \times V_{ref}} \times \frac{C_{ref}}{C_{Cap}} \times \frac{1}{n_{ser}}$$

où:

$R_{I,Cap}$ = la résistance interne [Ohm]

$R_{I,ref}$ = la référence pour la résistance interne avec une valeur numérique de 0,00375 [Ohm]

$V_{max,Cap}$ = la tension maximale telle que définie conformément au sous-point b) ci-dessus [V]

$V_{min,Cap}$ = la tension minimale telle que définie conformément au sous-point c) ci-dessus [V]

V_{ref} = la référence pour la tension maximale avec une valeur numérique de 2,7 [V]

C_{ref} = la référence pour la capacité électrique avec une valeur numérique de 3 000 [F]

C_{Cap} = la capacité électrique telle que définie conformément au sous-point a) ci-dessus [F]

n_{ser} = le nombre de cellules connectées en série tel que défini conformément au sous-point a) ci-dessus [-]».

22) L'appendice 11 est remplacé par le texte suivant:

«*Appendice 11*

Valeurs standard pour un FCS

Les étapes suivantes doivent être effectuées afin de générer les données d'entrée pour le FCS sur la base des valeurs standard:

a) Les données d'entrée pour le FCS requises conformément à l'appendice 15 doivent être déterminées sur la base de la puissance électrique de sortie maximale du FCS conformément à l'appendice 1, point 4.6, de l'annexe 6 du règlement n° 100 de l'ONU.

b) Si plusieurs FCS sont installés dans le véhicule, le paramètre visé au sous-point a) doit être déclaré séparément pour chaque FCS et la détermination des données d'entrée être effectuée séparément pour chaque FCS, conformément aux paramètres d'entrée obligatoires correspondants, définis dans le tableau 11 *bis* de l'annexe III du présent règlement.

c) Les valeurs du débit massique de carburant en fonction de la puissance électrique de sortie sont calculées sur la base des valeurs de rendement génériques indiquées dans le tableau suivant:

Puissance normalisée [-]	Rendement [%]
0,01	3,67
0,05	18,33
0,10	36,67
0,125	45,83
0,15	55,00
0,20	54,12
0,25	53,24
0,30	52,35
0,35	51,47
0,40	50,59
0,45	49,71
0,50	48,82
0,55	47,94
0,60	47,06
0,65	46,18
0,70	45,29
0,75	44,41
0,80	43,53
0,85	42,65
0,90	41,76
0,95	40,88
1,000	40,00

d) Les valeurs du débit massique de carburant et de la puissance électrique de sortie correspondante sont déterminées conformément à l'équation suivante:

$$\dot{m}_{fuel} = P_{rated,el} * \frac{P_{norm,i}}{eta_i} * 100 * \frac{3600 \frac{s}{h}}{NCV_{std,H2} \frac{kJ}{g}}$$

où:

$\dot{m}_{fuel}$ = le débit massique du carburant [g/h]

$P_{rated,el}$ = la puissance électrique de sortie maximale du FCS telle que définie conformément au sous-point a) ci-dessus [kW]

$P_{norm,i}$ = la puissance électrique de sortie normalisée du FCS pour toutes les valeurs i définies conformément au sous-point c) ci-dessus [-]

eta_i = le rendement du FCS pour toutes les valeurs i définies conformément au sous-point c) ci-dessus correspondant à $P_{norm,i}$ [%]

$NCV_{std,H2}$ = le pouvoir calorifique net standard de l'hydrogène conformément au point 5.3.3.1 [MJ/kg]

$$P_{FCS,el,i} = P_{rated,el} * P_{norm,i}$$

où:

$P_{FCS,el,i}$ = la puissance électrique de sortie du FCS [kW]

$P_{rated,el}$ = la puissance électrique de sortie maximale du FCS telle que définie conformément au sous-point a) ci-dessus [kW]

$P_{norm,i}$ = la puissance électrique de sortie normalisée du FCS pour toutes les valeurs i définies conformément au sous-point c) ci-dessus [-]».

23) Dans l'appendice 12, les points suivants sont ajoutés:

«5. Systèmes à pile à combustible:

5.1 Chaque FCS doit être fabriqué de manière à être conforme au type réceptionné, selon la description figurant dans le certificat et les documents qui l'accompagnent. Les propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant doivent être conformes à celles visées à l'article 31 du règlement (UE) 2018/858.

5.2 La conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant doit être vérifiée sur la base de la description figurant dans les certificats et les dossiers de réception en annexe, comme défini à l'appendice 7.

5.3 La conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant doit être évaluée conformément aux conditions spécifiques visées au point 5.

5.4 Le fabricant du composant soumet chaque année aux essais le nombre d'unités indiqué dans le tableau 4, en fonction du nombre total de systèmes à pile à combustible qu'il produit annuellement. Aux fins de l'établissement des chiffres annuels de production, seuls les systèmes à pile à combustible qui relèvent des exigences du présent règlement et pour lesquels aucune valeur standard n'a été utilisée sont pris en considération.

Tableau 4

Taille de l'échantillon pour les essais de conformité

Nombre de systèmes à pile à combustible pertinents produits l'année précédente (**)	Nombre annuel d'essais
0-3 000	1 essai tous les 3 ans (*)
3 001-6 000	1 essai tous les 2 ans (*)
6 001-12 000	1
12 001-30 000	2
30 001-60 000	3
60 001-90 000	4
90 001-120 000	5
120 001-150 000	6
> 150 000	7

(*) L'essai CoP doit être effectué au cours de la première année.

(**) Seuls doivent être pris en considération les systèmes à pile à combustible qui sont conformes aux exigences du présent règlement et qui n'ont pas atteint les valeurs standard visées à l'appendice 11.

5.5 L'autorité chargée de la réception doit répertorier, en concertation avec le fabricant du composant, le ou les types de systèmes à pile à combustible à soumettre aux essais pour vérifier la conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant. L'autorité chargée de la réception fait en sorte que le ou les types de systèmes à pile à combustible retenus soient fabriqués selon les mêmes normes que pour la production en série.

5.6 Si le résultat d'un essai réalisé conformément au point 5.7 ne remplit pas les critères de réussite indiqués au point 5.7.4, trois unités supplémentaires du même type doivent être soumises aux essais. Si l'une d'elles ne réussit pas l'essai, l'article 23 s'applique.

5.7 Essais de conformité de la production des systèmes à pile à combustible

5.7.1 Conditions limites

Toutes les conditions limites énoncées dans la présente annexe s'appliquent aux essais de certification, sauf disposition contraire dans le présent point.

Il n'est pas nécessaire, pour les essais CoP, de respecter les spécifications de l'équipement de mesure définies conformément au point 3.1.

Ces essais peuvent être réalisés avec des carburants du commerce ordinaires. Toutefois, à la demande du fabricant, le carburant de référence indiqué au point 7.1.1 peut être utilisé.

5.7.2 Essai

La procédure d'essai doit être exécutée conformément au point 7.3.4, en appliquant tous les principes qui y sont énoncés, mais avec un nombre réduit de points de fonctionnement à mesurer. Le constructeur peut choisir, comme autre option, de mesurer l'ensemble complet des points de fonctionnement compris dans la certification initiale des composants en appliquant exactement les mêmes dispositions et conditions limites que lors de la certification initiale des composants, consignées dans le document d'information figurant à l'appendice 7.

Les points de fonctionnement cibles à mesurer doivent être définis par la puissance normalisée P@OPxx$_{norm}$, calculée selon l'équation suivante:

$$P@OPxx_{norm} = \frac{P@OPxx}{P@OPn_{op}}$$

où:

P@OPxx: la valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS à un point de fonctionnement donné situé entre le plus bas et le plus élevé, l'identifiant xx allant de 01 à n_{op}

P@OPn$_{op}$: la valeur cible de la puissance électrique de sortie du FCS au point de fonctionnement le plus élevé

Les points de fonctionnement cibles à mesurer pour les essais CoP sont sélectionnés parmi les points de fonctionnement cibles de la certification initiale des composants, définis conformément au point 7.3.4.1 et consignés dans le document d'information figurant à l'appendice 7 lors de la certification des composants. Les points de fonctionnement cibles à sélectionner sont définis par les valeurs de puissance normalisée fixées conformément aux points a) à e) suivants:

a) Point de fonctionnement immédiatement inférieur ou égal à 0,15

S'il n'existe pas de point de fonctionnement inférieur ou égal à 0,15, le point de fonctionnement le plus bas parmi les points de fonctionnement cibles de la certification initiale du composant doit être utilisé.

b) Point de fonctionnement immédiatement supérieur à 0,15

Si ce point de fonctionnement est déjà sélectionné pour les essais CoP au titre du point a), le deuxième point de fonctionnement le plus élevé parmi les points de fonctionnement cibles de la certification initiale des composants doit être utilisé.

c) Point de fonctionnement le plus proche de 0,4

Si les points de fonctionnement immédiatement inférieur et immédiatement supérieur sont exactement équidistants par rapport à 0,4, le point de fonctionnement immédiatement inférieur est utilisé pour les essais CoP.

Si ce point de fonctionnement est déjà sélectionné pour les essais CoP au titre du point b), le deuxième point de fonctionnement le plus élevé parmi les points de fonctionnement cibles de la certification initiale des composants doit être utilisé.

d) Point de fonctionnement immédiatement inférieur à 0,7

Si ce point de fonctionnement est sélectionné pour les essais CoP au titre du point c), le deuxième point de fonctionnement le plus élevé parmi les points de fonctionnement cibles de la certification initiale des composants doit être utilisé.

e) Point de fonctionnement égal à 1,0

Si ce point de fonctionnement est déjà sélectionné pour les essais CoP au titre du point d), il n'est mesuré qu'une seule fois.

Avec les points de fonctionnement cibles à mesurer aux fins des essais CoP, les dispositions du point 7.3.4, y compris tous ses sous-points, doivent être appliquées afin de déterminer les valeurs de $P_{FCS,\ avg}$ et $\dot{m}_{F,\ avg}$.

Dans ce contexte, les points de fonctionnement cibles à mesurer avec la puissance de consigne normalisée de 1 sont considérés comme OPn_{op} et ne sont mesurés qu'une seule fois, tandis que tous les autres points cibles sont mesurés deux fois (c'est-à-dire sur le tracé ascendant et descendant).

5.7.3 Post-traitement des résultats

Toutes les valeurs de $P_{FCS,\ avg}$ déterminées conformément au point 5.7.2 sont traitées conformément au point 7.5 de la présente annexe afin de calculer les valeurs de la puissance électrique effective finale $P^*_{el,FCS,net}$.

Les valeurs de $P^*_{el,FCS,net}$ obtenues et celles de $\dot{m}_{F,\ avg}$, déterminées conformément au point 5.7.2, doivent ensuite être corrigées de l'écart d'incertitude des équipements de mesure CoP conformément aux points a) à f):

a) La différence d'incertitude des équipements de mesure en pourcentage entre la réception par type de composants et l'essai CoP conformément au présent appendice doit être calculée pour les systèmes de mesure utilisés pour le courant, la tension et le débit massique du carburant.

b) La différence d'incertitude en pourcentage visée au sous-point a) doit être calculée pour la valeur lue par l'analyseur et pour la valeur d'étalonnage maximale définie conformément au point 3.1 de la présente annexe.

c) La différence totale d'incertitude pour la puissance électrique doit être calculée conformément à l'équation suivante:

$$\Delta u_{P,el,CoP} = \sqrt{\Delta u^2_{U,\max calib} + \Delta u^2_{U,value} + \Delta u^2_{I,\max calib} + \Delta u^2_{I,value}}$$

où:

$\Delta u_{U,max\ calib}$ la différence d'incertitude pour la valeur d'étalonnage maximale pour la mesure de la tension [%]

$\Delta u_{U,value}$ la différence d'incertitude pour la valeur lue par l'analyseur pour la mesure de la tension [%]

$\Delta u_{I,max\ calib}$ la différence d'incertitude pour la valeur d'étalonnage maximale pour la mesure du courant [%]

$\Delta u_{I,value}$ la différence d'incertitude pour la valeur lue par l'analyseur pour la mesure du courant [%]

d) La différence totale d'incertitude pour le débit massique du carburant est calculée conformément à l'équation suivante:

$$\Delta u_{\dot{m}_{fuel},CoP} = \sqrt{\Delta u^2_{\dot{m}_{fuel},\max calib} + \Delta u_{\dot{m}_{fuel},value}{}^2}$$

où:

$\Delta u_{\dot{m}_{fuel},\max calib}$ la différence d'incertitude pour la valeur d'étalonnage maximale pour la mesure du débit massique du carburant [%]

$\Delta u_{\dot{m}_{fuel},value}$ la différence d'incertitude pour la valeur lue par l'analyseur pour la mesure du débit massique du carburant [%]

e) Toutes les valeurs de P*el,FCS,net déterminées conformément au point 7.5 de la présente annexe doivent être corrigées conformément à l'équation suivante:

$$P^*_{el,CoP} = P^*_{el,FCS,net} (1 - \Delta u_{P,el,CoP})$$

où:

$\Delta u_{P,el,CoP}$ la différence totale d'incertitude pour la puissance électrique conformément au sous-point c)

f) Toutes les valeurs de $\dot{m}_{F,\ avg}$ déterminées conformément au point 7.3.4.7 de la présente annexe doivent être corrigées conformément à l'équation suivante:

$$m_{F,CoP} = \dot{m}_{F,\ avg} (1 + \Delta u_{\dot{m}_{fuel},CoP})$$

où:

$\Delta u_{\dot{m}_{fuel},CoP}$ la différence totale d'incertitude pour le débit massique du carburant conformément au sous-point d)

5.7.4 Évaluation des résultats

Pour chaque point de fonctionnement cible aux fins des essais CoP, la consommation spécifique de carburant, SFC_{CoP}, doit être calculée à partir des valeurs correspondantes de $P^*_{el,CoP}$ et $m_{F,CoP}$, déterminées conformément au point 5.7.3, en divisant $m_{F,CoP}$ par $P^*_{el,CoP}$.

La consommation de carburant spécifique approuvée par type, SFC_{TA}, doit être calculée à partir des données de la certification initiale des composants pour $P^*_{el,FCS,net}$, déterminées conformément au point 7.5 de la présente annexe, et $\dot{m}_{F,\ avg}$ déterminées conformément au point 7.3.4.7 de la présente annexe pour tous les points de fonctionnement cibles de la certification initiale des composants correspondant à ceux demandés pour la conformité de la production. Les valeurs de SFC_{TA} doivent être calculées en divisant $\dot{m}_{F,\ avg}$ par la valeur correspondante de $P^*_{el,FCS,net}$ pour chaque point de fonctionnement cible.

L'écart relatif absolu, ARD, doit ensuite être calculé pour chaque point de fonctionnement cible des essais CoP, conformément à l'équation suivante:

$$ARD = \frac{|SFC_{CoP} - SFC_{TA}|}{SFC_{TA}}$$

L'essai de conformité des propriétés certifiées en rapport avec les émissions de CO_2 et la consommation de carburant est réussi lorsque la moyenne de l'ARD déterminée à partir des valeurs individuelles de l'ARD de chaque point de fonctionnement cible pour l'essai de conformité de la production est inférieure à 0,08.».

24) Dans l'appendice 13, les points suivants sont ajoutés:

«2. Systèmes à pile à combustible

2.1. Généralités

Une famille de systèmes à pile à combustible (FCS) se caractérise par certains paramètres de conception et de performance. Ceux-ci doivent être communs à tous les membres d'une même famille. Le fabricant du composant ou le constructeur du véhicule peut décider quel FCS appartient à une famille donnée, dès lors que les critères définis dans le présent appendice sont respectés. La famille concernée doit être agréée par l'autorité chargée de la réception. Le fabricant doit fournir à cette autorité les informations utiles relatives aux membres de la famille.

2.2 Cas particuliers

Dans certains cas, il peut y avoir des interactions entre paramètres. Cet aspect doit également être pris en considération pour garantir que les FCS qui présentent des caractéristiques similaires sont inclus dans la même famille. Ces cas doivent être recensés par le fabricant et notifiés à l'autorité chargée de la réception. Cet aspect devra par la suite être pris en compte comme critère pour l'établissement d'une nouvelle famille de FCS.

Dans le cas de dispositifs ou de caractéristiques qui ne sont pas répertoriés au point 2.5 du présent appendice, mais qui ont une forte incidence sur le niveau de performance et/ou la génération d'énergie électrique, ces dispositifs ou caractéristiques doivent être recensés par le fabricant conformément aux bonnes pratiques d'ingénierie et notifiés à l'autorité chargée de la réception. Cet aspect devra par la suite être pris en compte comme critère pour l'établissement d'une nouvelle famille de FCS.

2.3 Le concept de famille

Le concept de famille définit des critères et des paramètres permettant au fabricant de regrouper les FCS en familles présentant des données similaires ou équivalentes pertinentes pour la consommation de carburant/d'hydrogène.

2.4 Dispositions particulières concernant la représentativité

L'autorité chargée de la réception peut conclure que la meilleure manière de déterminer les paramètres de performance et la consommation de carburant/d'hydrogène de la famille de FCS est de procéder à des essais supplémentaires. Dans ce cas, le fabricant doit fournir les informations appropriées pour permettre de déterminer le FCS de la famille qui est susceptible de représenter au mieux celle-ci. L'autorité chargée de la réception peut également conclure, sur la base de ces informations, que le fabricant doit créer une nouvelle famille de FCS composée de moins de membres, afin que celle-ci soit plus représentative.

Si les membres de la famille incluent d'autres caractéristiques qui peuvent être considérées comme ayant une incidence sur les paramètres de performance et/ou la consommation de carburant/d'hydrogène, ces caractéristiques doivent aussi être recensées et prises en considération dans le choix du parent.

2.5 Paramètres définissant une famille de FCS

Outre les paramètres énumérés ci-après, le fabricant peut prendre en compte d'autres critères permettant de définir plus précisément les familles. Ces paramètres ne sont pas nécessairement des paramètres qui influent sur le niveau de performance et/ou de consommation de carburant/d'hydrogène.

2.5.1 Les critères suivants doivent être communs à tous les membres d'une même famille de FCS.

a) Tous les membres de la famille appartiennent au même type de FCS, défini conformément au tableau 9 de la présente annexe.

b) Pile à combustible avec une tolérance de ± 5 % en ce qui concerne les dimensions et le poids et une tolérance de ± 2 % pour le nombre de cellules et la surface de celles-ci.

c) PCS (le cas échéant), avec une tolérance de ± 5 %: rendement.

d) Compresseur d'air, avec une tolérance de ± 5 %: rendement.

e) Humidificateur (le cas échéant): disposition et dimensions similaires.

f) Pompes (le cas échéant): disposition et dimensions similaires.

g) Échangeurs de chaleur : disposition et dimensions similaires.

h) Fiches électriques: toute modification autorisée.

i) Tuyauterie: toute modification autorisée.

j) Actionneurs: toute modification autorisée.

k) Carter: toute modification autorisée.

l) Capteurs: modifications autorisées si la précision du capteur "parent" utilisé dans la procédure de certification est maintenue

m) Nombre minimal de points de fonctionnement dans la plage de fonctionnement déclarée: tous les FCS appartenant à la même famille doivent avoir un nombre minimal de 8 points de fonctionnement, tels que définis conformément au point 7.3.4.1, situés dans la plage de fonctionnement déclarée pour chacun d'eux et spécifiée par le fabricant conformément au point 7.3.4 de la présente annexe.

Moyennant approbation de l'autorité chargée de la réception, des modifications peuvent être apportées aux composants visés aux points a) à l) si une justification technique solide est fournie pour prouver que la modification en question n'a pas d'incidence négative sur les paramètres de performance et/ou la consommation de carburant.

2.6 Choix du parent

Le parent d'une famille de FCS doit être le membre présentant la puissance électrique de sortie totale effective la plus élevée.».

25) À l'appendice 14, point 1.4, tableau 1, la ligne suivante est insérée après la ligne «B»:

«F	système à pile à combustible (FCS)»

26) L'appendice 15 est modifié comme suit:

a) la section «Ensemble de paramètres d'entrée pour le système de machine électrique» est modifiée comme suit:

a) le tableau 1 est modifié comme suit:

1) à la ligne «CertificationMethod», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: "Measured", "Standard values"»;

2) à la ligne «DcDcConverterIncluded», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Valeur réglée sur "true" lorsqu'un convertisseur continu-continu fait partie du système de machine électrique, conformément au point 4.1 de la présente annexe. Lorsque le paramètre "CertificationMethod" a la valeur "Standard values", le paramètre est toujours réglé sur "true"»;

b) le tableau 6 est modifié comme suit:

1) à la ligne «CoolantTempInlet», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Valeur déterminée conformément aux points 4.1.5.1 et 4.3.6 de la présente annexe.

À indiquer sous la forme d'une valeur moyenne pour les deux niveaux de tension.»;

2) à la ligne «CoolingPower», colonne «Description/Référence», le texte est remplacé par ce qui suit:

«Valeur déterminée conformément aux points 4.1.5.1 et 4.3.6 de la présente annexe.

À indiquer sous la forme d'une valeur moyenne pour les deux niveaux de tension.»;

b) la section «Ensemble de paramètres d'entrée pour un IEPC» est modifiée comme suit:

a) au tableau 1, la ligne suivante est ajoutée:

«DisengagementClutch	P565	booléen	[-]	Si l'IEPC est équipé d'une fonctionnalité qui permet activement, dans certaines conditions de fonctionnement, de déconnecter mécaniquement toutes les machines électriques situées à l'intérieur du composant du reste du groupe motopropulseur du véhicule vers les roues, cette valeur doit être réglée sur "true". L'emplacement exact de la déconnexion peut également être situé en aval des arbres de sortie des machines électriques et inclure certaines des parties de l'IEPC qui sont désengagées.»

b) dans le tableau 2, à la ligne «MaxOutputShaftTorque», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Facultatif.

Dans le cas d'un moteur à roues de type IEPC, la valeur déclarée pour le couple maximal à l'arbre de sortie du composant doit correspondre à la configuration mesurée conformément au point 4.1.1.2 de la présente annexe (c'est-à-dire que la valeur déclarée si deux de ces composants ont été mesurés doit être deux fois plus élevée que si un seul composant avait été mesuré).»;

c) dans le tableau 4, l'intitulé est remplacé par le texte suivant:

«Paramètres d'entrée "IEPC/MaxMinTorque" pour chaque point de fonctionnement, pour chaque niveau de tension mesuré et pour chaque rapport en marche avant mesuré [mesure facultative en fonction des rapports conformément au point 4.2.2, c) de la présente annexe]»;

d) dans le tableau 7, aux lignes «CoolantTempInlet» et «CoolingPower», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Valeur déterminée conformément aux points 4.1.5.1 et 4.3.6 de la présente annexe.

À indiquer sous la forme d'une valeur moyenne pour les deux niveaux de tension.»;

c) la section «Ensemble de paramètres d'entrée pour un système de batterie» est modifiée comme suit:

a) le tableau 1 est modifié comme suit:

1) à la ligne «RatedCapacity», le texte suivant est ajouté dans la colonne «Description/Référence»:

«Lorsque le paramètre "CertificationMethod" est réglé sur "Standard values", ces valeurs sont déterminées conformément à l'appendice 10, point 1), b)»;

2) à la ligne «JunctionboxIncluded», le texte de la colonne «ID paramètre» est remplacé par le texte suivant:

«P516»;

b) le tableau 4 est modifié comme suit:

1) à la ligne «SOC», le texte de la colonne «Description/Référence» est supprimé;

2) aux lignes «MaxChargingCurrent» et «MaxDischargingCurrent», le texte suivant est ajouté dans la colonne «Description/Référence»:

«Lorsque le paramètre "CertificationMethod" est réglé sur "Standard values", ces valeurs sont déterminées conformément à l'appendice 10, point 1), e), et toutes les valeurs sont marquées d'un signe positif»;

d) dans la section «Ensemble de paramètres d'entrée pour un système de condensateur», le tableau 1 est modifié comme suit:

a) à la ligne «CertificationMethod», le texte de la colonne «Description/Référence» est remplacé par le texte suivant:

«Valeurs admises: "Measured", "Standard values"»;

b) à la ligne «InternalResistance»,, le texte suivant est ajouté dans la colonne «Unité»:

«[mOhm]»;

c) à la ligne «TestingTemperature», le texte de la colonne «ID paramètre» est remplacé par le texte suivant:

«P537»;

e) la section suivante est ajoutée:

«*Ensemble de paramètres d'entrée pour un système à pile à combustible*

Tableau 1

Paramètres d'entrée "Fuel cell system/General"

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence
Manufacturer	P566	jeton	-	
Model	P567	jeton	-	
CertificationNumber	P568	jeton	-	
Date	P569	date et heure	-	Date et heure de création du code de hachage de l'élément
AppVersion	P570	jeton	-	Données propres au constructeur concernant les outils utilisés pour l'évaluation et le traitement des données mesurées sur les composants
CertificationMethod	P571	chaîne de caractères	-	Valeurs admises: "Measured", "Standard values"
FCSRatedPower	P572	entier	kW	Déterminé conformément à l'appendice 1, point 4.6, de l'annexe 6 du règlement n° 100 de l'ONU

Tableau 2

Paramètres d'entrée "Fuel cell system/FuelMap" pour chaque point de fonctionnement mesuré

Nom du paramètre	ID paramètre	Type	Unité	Description/Référence
OutputPower	P573	double, 2	kW	Puissance électrique fournie par le SPC, déterminée conformément au point 7.5.3
FuelConsumption	P574	double, 2	g/h	Débit massique du carburant, déterminé conformément au point 7.5.3.»