2026/1044

18.5.2026

Seuls les textes originaux de la CEE (ONU) ont un effet légal en vertu du droit public international. Le statut et la date d'entrée en vigueur du présent règlement sont à vérifier dans la dernière version du document de statut TRANS/WP.29/343 de la CEE (ONU), disponible à l'adresse suivante: https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Règlement ONU no 179 - Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules utilitaires légers en ce qui concerne la mesure en laboratoire des émissions de freinage [2026/1044]

Date d'entrée en vigueur: XX September 2026 (TBC)

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Le texte authentique, juridiquement contraignant, est celui du document: ECE/TRANS/WP.29/2026/36

TABLE DES MATIÈRES

Règlement

1. Champ d'application
2. Abréviations et symboles
3. Définitions
4. Demande d'homologation
5. Homologation
6. Inscriptions
7. Prescriptions générales
8. Aperçu général
9. Modification et extension de l'homologation de type
10. Conformité de la production
11. Sanctions pour non-conformité de la production
12. Arrêt définitif de la production
13. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type
14. Dispositions spéciales

Annexes

1. Fiche de renseignements

   Appendice 1 – Procès-verbal d'essai relatif à la famille d'émissions de freinage (à établir pour l'essieu avant et pour l'essieu arrière)

   Appendice 2 – Procès-verbal d'essai relatif au coefficient correspondant à la part du freinage à friction (coefficient c) (à établir pour chaque mesure, le cas échéant)

   Appendice 3 – Procès-verbal relatif à la démonstration de la conformité au type de véhicule

2. Communication
3. Emplacement de la marque d'homologation
4. Procédure d'essai relatif aux émissions de freinage

   Appendice 1 – Manœuvres du cycle de freinage WLTP

   Appendice 2 – Manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP

5. Méthode de mesure et de calcul des coefficients spécifiques correspondant à la part du freinage à friction

1. Champ d'application

Le présent Règlement s'applique aux véhicules de catégorie M_1 et N_1 utilisant un système de freinage à friction faisant intervenir un ensemble formé par des matériaux de friction secs et un disque de frein ou un tambour de frein compatible, ou utilisant une forme ou une autre de freinage à friction en service.

À la demande du constructeur, l'homologation peut aussi être accordée aux véhicules de catégorie N_2 de masse maximale comprise entre 3,5 et 5 tonnes provenant d'un type de véhicule de catégorie N_1.

2. Abréviations et symboles

2.1 Abréviations

Le tableau 1 présente une liste des abréviations utilisées dans le présent Règlement, assorties d'une brève description et de l'unité de mesure correspondante (le cas échéant).

Tableau 1

Abréviations

Abréviation	Définition	Unité
ABT	Température moyenne des freins pendant le trajet n° 10	°C
BDD	Diamètre du tambour de frein	mm
BRO	Voile ou excentricité de la piste	µm
CEE	Commission économique pour l'Europe	-
DM	Masse du disque avant l'essai	kg
DOP	Phtalate de dioctyle	-
EF	Coefficient d'émission	-
EN	«Norme européenne» – Norme technique européenne	-
FA	Essieu avant du véhicule	-
FAF	Répartition de la force de freinage sur l'essieu avant	%
FBT	Température finale du frein (à la fin de la manœuvre de freinage)	°C
H13	Filtre à air à haute efficacité ayant une efficacité de filtration d'au moins 99,95 %	-
HEPA	Filtre à particules à haute efficacité	-
IBT	Température initiale du frein (au début de la manœuvre de freinage)	°C
IPDR	Évaluation du point de vue de la différence de puissance inertielle	%
IPDW	Travail de la différence de puissance inertielle	J/kg
IR	Rapport isocinétique	-
IWR	Évaluation du point de vue de l'inertie	%
L0-P	Support de frein de type poteau relié au moyeu de roue	-
L0-U	Support de frein de type universel non relié au moyeu de roue	-
LHC	Angle gauche du véhicule	-
MCI	Moteur à combustion interne	-
MRO	Masse en ordre de marche	kg
MVL	Charge maximale du véhicule	kg
OD	Diamètre extérieur du disque/tambour	mm

Abréviation	Définition	Unité
ODS	Feuille de calcul OpenDocument	-
PAO	Polyalphaoléfine	-
PBT	Température maximale du frein lors de la manœuvre de freinage	°C
PCRF	Facteur de réduction de la concentration des particules	-
Plan A	Plan vertical aligné avec l'entrée du carter	-
Plan A_1	Plan horizontal aligné avec l'axe de rotation du frein et l'axe du conduit	-
Plan B	Plan vertical à la fin de la transition entre le conduit d'entrée et la partie centrale du carter, perpendiculaire à l'axe du conduit	-
Plan C	Plan vertical tangent au frein le plus grand pour les catégories de véhicules M_1 et N_1 homologuées, perpendiculaire à l'axe du conduit	-
Plan D	Plan vertical aligné avec l'axe de rotation du frein	-
PM	Matières particulaires (masse)	mg
PM_{10}	Matières particulaires pour les aérosols dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm (masse)	mg
PM_{10} EF	Coefficient final d'émission de PM_{10}	mg/km
PM_{10} EF_{ref}	Coefficient d'émission de PM_{10} de référence du frein soumis à l'essai avant l'application du coefficient correspondant à la part du freinage à friction	mg/km
$PM_{2,5}$	Matières particulaires pour les aérosols dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5 µm (masse)	mg
$PM_{2,5}$ EF_{ref}	Coefficient d'émission de $PM_{2,5}$ de référence du frein soumis à l'essai avant l'application du coefficient correspondant à la part du freinage à friction	mg/km
$PM_{2,5}$ EF	Coefficient final d'émission de $PM_{2,5}$	mg/km
PN	Nombre de particules	#
PNC	Compteur de particules	-
PND1	Dilueur de particules principal	-
PND2	Dilueur de particules secondaire	-
PSA	Surface de la plaquette	cm^2
PTFE	Polytétrafluoroéthylène	-
PTT	Tube de transfert de particules	-
RA	Essieu arrière du véhicule	-
RAF	Répartition de la force de freinage sur l'essieu arrière	%
RH	Humidité relative	%
RHC	Angle droit du véhicule	-
RMSSE	Erreur quadratique moyenne de la vitesse	km/h
SAE	SAE International	-
SEE	Erreur-type d'estimation	-

Abréviation	Définition	Unité
SH	Humidité spécifique	mg H_20/kg air sec
SPN10	Nombre de particules solides de plus de 10 nm (concentration)	#/cm³
SPN10 EF	Coefficient final d'émission en SPN10	#/km
SPN10 EF_{ref}	Coefficient d'émission en SPN10 de référence du frein soumis à l'essai avant l'application du coefficient correspondant à la part du freinage à friction	#/km
SRSEE	Système rechargeable de stockage de l'énergie électrique	-
ULPA	Air à très faible teneur en matières particulaires	-
VEH-NRE	Véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur	-
VEH-NRE de catégorie 0	Véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 0	-
VEH-NRE de catégorie 1	Véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 1	-
VEH-NRE de catégorie 2	Véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 2	-
VEH-RE	Véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur	-
VEP	Véhicule électrique pur	-
VEPC	Véhicule électrique à pile à combustible	-
VHPC	Véhicule hybride à pile à combustible	-
VHPC-NRE	Véhicule électrique hybride à pile à combustible non rechargeable de l'extérieur	-
VHPC-RE	Véhicule électrique hybride à pile à combustible rechargeable de l'extérieur	-
VPC	Véhicule à pile à combustible	-
VPR	Séparateur de particules volatiles	-
WLTP	Procédure d'essai mondiale harmonisée pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers	-

2.2 Symboles

Le tableau 2 présente une liste des symboles utilisés dans le présent Règlement, assortie d'une brève description et de l'unité de mesure correspondante.

Tableau 2

Symboles

Symbole	Définition	Unité
a	Angle de transition du carter du frein	°
a_1	Distance minimale entre les sondes de prélèvement	mm
a_2	Distance minimale entre les sondes de prélèvement et les parois du tunnel	mm
α	Décélération	m/s²
α_{ref}	Point de consigne de l'accélération pour le cycle d'essai	m/s²
$A_{1...3}$	Températures cibles	°C
b	Indice du frein (FL = avant gauche, FR = avant droit, RL = arrière gauche, RR = arrière droit)	-
$B_{1...3}$	Températures mesurées	°C
$C_{1...3}$	Différence entre les températures cibles et les températures mesurées	°C

Symbole	Définition	Unité
$C_{e,b}$	Rapport couple/puissance de chaque frein b permettant de convertir la puissance de freinage mesurée en couple de freinage	N·m/W
$C_{p,b}$	Rapport couple/pression du frein b considéré	N·m/kPa
C*	Efficacité moyenne du frein à tambour en fonction de la distance parcourue (coefficient de frein interne)	-
c	Coefficient (spécifique) correspondant à la part du freinage à friction	-
c_{alt}	Coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, mesuré au moyen de la méthode de substitution	-
$c_{trip\#10}$	Coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, calculé sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP	-
c_{decl}	Coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction déclaré	
c_{fix}	Coefficient correspondant à la part du freinage à friction fixe, conformément au tableau 4	
c_{ISC}	Coefficient correspondant à la part du freinage à friction mesuré pendant la vérification de la conformité en service	
D	Distance totale parcourue sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP ou sur le cycle de freinage WLTP	km
d_i	Diamètre intérieur du tunnel de prélèvement	mm
d_n	Diamètre intérieur de la buse de prélèvement (s'applique à la fois à la masse de matières particulaires et au nombre de particules)	mm
$d_{n-PM2,5}$	Diamètre intérieur de la buse isocinétique pour le prélèvement des $PM_{2,5}$	mm
d_{n-PM10}	Diamètre intérieur de la buse isocinétique pour le prélèvement des PM_{10}	mm
$d_{n-SPN10}$	Diamètre intérieur de la buse isocinétique pour la mesure du SPN10	mm
d_{piston}	Diamètre hydraulique du piston de l'étrier	mm
d_p	Diamètre intérieur de la sonde de prélèvement (s'applique à la fois à la masse des matières particulaires et au nombre de particules)	mm
d_s	Diamètre intérieur de la ligne de prélèvement des particules	mm
d_{tl}	Diamètre intérieur de la conduite de transfert interne de particules	mm
d_{tt}	Diamètre intérieur du tube de transfert de particules	mm
d_x	Diamètre de mobilité électrique	µm
H	Efficacité de l'étrier ou du tambour de frein	%
f	Vitesse de rotation du frein	tr/min
$f_{r\ (dx)}$	PCRF de chaque particule d'un diamètre de mobilité électrique d_x	-
$f_{r-SPN10}$	Moyenne arithmétique du PCRF pour le dispositif de mesure du SPN10	-
h_B	Longueur du plan B (carter)	mm
h_D	Longueur du plan D (carter)	mm
H_e	Point qui indique la fin de la partie horizontale obligatoire dans la configuration	-
H_s	Point qui indique le début de la partie horizontale obligatoire dans la configuration	-
I_n	Inertie nominale du frein	$kg·m^2$

Symbole	Définition	Unité
I_t	Inertie d'essai du frein	kg·m²
l_{A1}	Longueur du plan A_1 (carter)	mm
l_i	Longueur de la transition d'entrée ou de sortie du carter du frein	mm
l_1	Hauteur du carter au niveau du plan C	mm
l_2	Profondeur du carter au niveau du plan C	mm
L_0	Longueur du conduit rectiligne en aval de la sortie du carter	mm
L_1	Longueur minimale du conduit rectiligne en amont de l'entrée du carter du frein	mm
L_2	Longueur minimale du conduit rectiligne entre la dernière perturbation en amont du plan de prélèvement et ce plan	mm
L_3	Longueur minimale du conduit rectiligne entre le plan de prélèvement et la perturbation suivante en aval de ce plan	mm
L_4	Longueur minimale du conduit rectiligne entre la dernière perturbation en amont du débitmètre et le débitmètre	mm
L_5	Longueur minimale du conduit rectiligne entre le débitmètre et la perturbation suivante	mm
μ	Efficacité moyenne du frein à disque en fonction de la distance parcourue (coefficient de frottement apparent)	-
M_{Mix}	Masse molaire de l'air dans la salle de pesée	g/mol
M_{Veh}	Masse d'essai du véhicule à simuler sur le banc dynamométrique	kg
υ	Viscosité cinématique de l'air	m²/s
$N_{in}(d_x)$	Concentration en amont des particules de mobilité électrique d_x	#/cm³
$N_{out}(d_x)$	Concentration en aval des particules de mobilité électrique d_x	#/cm³
NQ	Débit d'air de refroidissement normalisé moyen	Nm³/h
$NQ_{PM2,5}$	Débit de prélèvement normalisé moyen des $PM_{2,5}$	Nl/min
NQ_{PM10}	Débit de prélèvement normalisé moyen des PM_{10}	Nl/min
NQ_{SPN10}	Débit de prélèvement normalisé moyen pour la mesure du SPN10	Nl/min
NQ_s	Débit d'air normalisé moyen dans la buse de prélèvement	Nm³/h
N_t	Nombre d'échantillons temporels t_i enregistrés pendant le cycle considéré ($t_i \in [t_{start}, t_{end}]$)	-
P_b	Pression atmosphérique dans la salle de pesée	kPa
p_{brake}	Pression de freinage	kPa
$P_{brake,b}$	Puissance du freinage à friction du frein b	W
$p_{brake,b}$	Pression de freinage effective au frein b produisant le couple de freinage	kPa
$p_{meas,b}$	Pression de freinage mesurée au frein b	kPa
P_r	Pénétration des particules	%
$p_{threshold}$	Pression seuil nécessaire pour produire le couple de freinage	kPa

Symbole	Définition	Unité
$p_{threshold,b}$	Pression seuil du frein b nécessaire pour produire le couple de freinage	kPa
$P_{e(2,5)}$	Charge du filtre de PM $_{2,5}$ corrigée pour la flottabilité	mg
$P_{e(10)}$	Charge du filtre de PM_{10} corrigée pour la flottabilité	mg
$P_{e(Corrected)}$	Masse du filtre corrigée pour la flottabilité	mg
$P_{e(Uncorrected)}$	Masse du filtre non corrigée pour la flottabilité	mg
Q	Débit d'air de refroidissement mesuré moyen (réel)	m^3/h
Q_{set}	Débit d'air de refroidissement nominal (ou de consigne)	m^3/h
$Q_{PM2,5}$	Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ (réel)	l/min
$Q_{PM2,5-set}$	Débit nominal (ou de consigne) de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$	l/min
Q_{PM10}	Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} (réel)	l/min
$Q_{PM10-set}$	Débit nominal (ou de consigne) de prélèvement d'échantillons de PM_{10}	l/min
$Q_{SPN10-set}$	Débit nominal (ou de consigne) de prélèvement pour la mesure du SPN10	
r_b	Rayon de courbure du conduit d'air de refroidissement	mm
$r_{D,b}$	Rayon du rouleau sur lequel roule le pneumatique correspondant au frein b	mm
r_{eff}	Rayon effectif du frein	mm
r_P	Rayon de courbure de la sonde de prélèvement ou de la ligne de prélèvement	mm
r_R	Rayon de roulement dynamique du pneumatique	mm
$r_{R,b}$	Rayon de roulement dynamique du pneumatique correspondant au frein b	mm
ρ_a	Densité de l'air	kg/m^3
ρ_f	Densité du matériau du filtre à matières particulaires	kg/m^3
ρ_w	Densité de l'objet utilisé pour l'étalonnage de la microbalance destinée aux matières particulaires	kg/m^3
$SPN_{10\#}$	Concentration normalisée moyenne en SPN10, corrigée par le PCRF	$\#/Ncm^3$
$SPN10_{back}$	Concentration normalisée moyenne en SPN10 pendant la vérification de la concentration ambiante de particules	$\#/Ncm^3$
$SPN10_b$ EF	SPN10 moyen par unité de distance parcourue pendant la vérification de la concentration ambiante de particules	#/km
S_p	Signal de sortie pour la pression de l'air de refroidissement	kPa
S_Q	Signal de sortie pour le débit d'air de refroidissement	m^3/h
S_{RH}	Signal de sortie pour l'humidité relative de l'air de refroidissement	%
S_t	Signal de sortie pour la température de l'air de refroidissement	°C
$t_{brake,n}$	Durée totale réelle de la manœuvre de décélération (durée réelle d'arrêt) pour la $n^{ème}$ manœuvre de freinage du cycle analysé	s
$t_{end,nom,n}$	Heure de fin nominale de la $n^{ème}$ manœuvre de freinage du cycle analysé	s
$t_{end,n}$	Heure de fin réelle de la $n^{ème}$ manœuvre de freinage du cycle analysé	s
t_i	Référence temporelle de l'$i^{ème}$ échantillon du signal mesuré	s

Symbole	Définition	Unité
$t_{start,n}$	Heure de début réelle de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle analysé	s
$t_{start,nom,n}$	Heure de début nominale de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle analysé	s
t_{90}	Temps de réponse du compteur de particules	s
$\tau_{alt,b}$	Couple de freinage à friction au frein b calculé au moyen de la méthode de substitution	N·m
τ_{brake}	Couple de freinage à friction	N·m
$\tau_{brake-avg}$	Couple de freinage à friction moyen dans le temps	N·m
$\tau_{brake,b}$	Couple de freinage à friction au frein b	N·m
τ_{drag}	Couple de freinage résiduel	N·m
$\tau_{meas,b}$	Couple de freinage à friction mesuré au frein b	N·m
T	Température de l'air de refroidissement	°C
T_a	Température de l'air dans la salle de pesée	°C
T_{brake}	Température des freins (disque/tambour)	°C
U	Vitesse moyenne de l'air de refroidissement	km/h
$U_{brake,b}$	Tension appliquée au frein b	V
U_s	Vitesse moyenne de l'air entrant dans la buse de prélèvement	km/h
V	Vitesse linéaire réelle moyenne du cycle de freinage WLTP	km/h
V_{set}	Vitesse linéaire nominale moyenne du cycle de freinage WLTP	km/h
W_{brake}	Somme du travail de frottement dissipé dans tous les systèmes de freinage à friction du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage effectuées au cours du cycle d'essai	J
$W_{brake,b}$	Travail de frottement du frein b pendant toutes les manœuvres de freinage effectuées au cours du cycle d'essai	J
$w_{f,n}$	Travail de frottement spécifique réel (énergie cinétique massique) de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle analysé	J/kg
WL_n	Charge nominale de la roue compte non tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
WL_{n-f}	Charge nominale de la roue avant compte non tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
WL_{n-r}	Charge nominale de la roue arrière compte non tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
WL_t	Charge d'essai de la roue compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
WL_{t-f}	Charge d'essai de la roue avant compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
WL_{t-r}	Charge d'essai de la roue arrière compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte	kg
W_{ref}	Valeur de référence de normalisation pour le cycle au cours duquel le travail de frottement a été mesuré	J
$w_{total,\ bc}$	Somme de la variation de l'énergie cinétique massique du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP	J/kg

Symbole	Définition	Unité
$w_{total,trip\ 10}$	Somme de la variation de l'énergie cinétique massique du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP	J/kg
ω_b	Vitesse de rotation mesurée de la roue correspondant au frein b	rad/s
$\omega_{D,b}$	Vitesse de rotation mesurée du rouleau correspondant au frein b	rad/s

3. Définitions

Aux fins du présent Règlement :

3.0 Par «*type de véhicule en ce qui concerne les émissions de freinage*», on entend un groupe de véhicules qui ne diffèrent pas entre eux sur les critères définis au paragraphe 7.1.1.

3.0.1 Par «*homologation d'un véhicule*», on entend l'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne les prescriptions du présent Règlement.

3.1 Réglages du véhicule et du banc dynamométrique

3.1.1 Par «*véhicule de la catégorie M_1*», on entend un véhicule utilisé pour le transport de passagers et ne comprenant pas plus de huit sièges en plus de celui du conducteur.

3.1.2 Par «*véhicule de la catégorie N_1*», on entend un véhicule utilisé pour le transport de marchandises ayant une masse maximale n'excédant pas 3 500 kg.

3.1.2.1 Par «*véhicule de la classe III de la catégorie N_1*», on entend un véhicule de la catégorie N_1 dont la masse de référence, conformément au paragraphe 3.2.37 du Règlement ONU n° 154, est supérieure à 1 760 kg.

3.1.3 Par «*véhicule de la catégorie N_2*», on entend un véhicule utilisé pour le transport de marchandises ayant une masse maximale excédant 3,5 tonnes mais n'excédant pas 12 tonnes.

3.1.4 Par «*masse en ordre de marche*», on entend la masse d'un véhicule, avec son ou ses réservoirs à carburant remplis à au moins 90 % de leur capacité, y compris la masse du conducteur, du carburant et des liquides, conformément à la dotation de série selon les spécifications du constructeur et, s'ils sont montés, la masse de la carrosserie, de la cabine, de l'attelage et de la roue de secours, ainsi que de l'outillage de bord.

3.1.5 Par «*masse du conducteur*», on entend une masse nominale de 75 kg, placée au point de référence de place assise du conducteur. Au sens du présent Règlement, on entend par «masse de 0,5 passager supplémentaire» une masse nominale de 37,5 kg.

3.1.6 Par «*charge maximale du véhicule*», on entend la masse maximale techniquement admissible en charge du véhicule, moins la masse du véhicule en ordre de marche, 25 kg et la masse de l'équipement optionnel.

3.1.7 Par «*équipement optionnel*», on entend tous les dispositifs non compris dans l'équipement de série montés sur le véhicule sous la responsabilité du constructeur, et qui peuvent être commandés par le client.

3.1.8 Par «*équipement de série*», on entend la configuration de base d'un véhicule, doté de tous les dispositifs qui sont prescrits par les dispositions réglementaires de la Partie contractante, y compris toutes les caractéristiques présentes sur le véhicule qui ne correspondent pas à des spécifications additionnelles en matière de configuration ou d'équipement.

3.1.9 Par «*masse d'essai du véhicule*», on entend la masse en ordre de marche, plus la masse de l'équipement optionnel d'un véhicule donné (kg) sur lequel le frein soumis à l'essai est monté et :

a) 37,5 kg, ce qui correspond à une masse supplémentaire de 0,5 passager pour les véhicules de la catégorie M_1 ;

b) 25 kg plus 28 % de la charge maximale pour les véhicules de la catégorie N_1 ou N_2.

3.1.10 Par «*résistance à l'avancement sur route*», on entend la force ou puissance totale nécessaire pour déplacer le véhicule sur une surface plane et lisse à une vitesse et une masse déterminées. La résistance à l'avancement sur route tient compte des pertes par frottement du groupe motopropulseur. Dans le présent Règlement, une réduction de l'inertie nominale des freins d'un pourcentage fixe de 13 % est envisagée pour tenir compte de la résistance à l'avancement sur route dans le cadre des essais de mesure des émissions provenant d'un freinage exclusivement à friction.

3.1.11 Par «*rayon de roulement dynamique du pneumatique*», on entend le rayon du pneumatique qui équivaut aux tours par kilomètre (ou tours par mile) publiés par le fabricant pour une taille donnée du pneumatique (en mm).

3.1.12 Par «*répartition de la force de freinage*», on entend le rapport entre la force de freinage de chaque essieu et la force de freinage totale, exprimé en pourcentage pour chaque essieu.

3.1.13 Par «*charge nominale de la roue*», on entend la masse en rotation (équivalente) définie en fonction de la masse d'essai totale du véhicule, de l'essieu (avant ou arrière) soumis à l'essai et de la répartition du freinage entre les deux essieux. Il s'agit de la charge au niveau du frein soumis à l'essai avant la prise en compte de la résistance à l'avancement sur route du véhicule.

3.1.14 Par «*charge d'essai de la roue*», on entend la masse en rotation (équivalente) définie en fonction de la masse d'essai totale du véhicule, de l'essieu (avant ou arrière) soumis à l'essai et de la répartition du freinage entre les deux essieux. Il s'agit de la charge au niveau du frein soumis à l'essai compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule. Cette charge est également appelée «*charge appliquée à la roue*».

3.1.15 Par «*inertie nominale du frein*», on entend l'inertie de la charge nominale de la roue, pour un rayon de giration équivalant au rayon de roulement dynamique du pneumatique, qui impose au frein la même énergie cinétique que dans le véhicule, avant soustraction de la résistance totale à l'avancement sur route du véhicule.

3.1.16 Par «*inertie d'essai du frein*», on entend l'inertie de la charge d'essai de la roue, pour un rayon de giration équivalant au rayon de roulement dynamique du pneumatique, qui impose au frein la même énergie cinétique que dans le véhicule, après soustraction de la résistance totale à l'avancement sur route du véhicule. Elle est également appelée «*inertie appliquée au frein*».

3.1.17 Par «*couple de freinage*», on entend le produit des forces de frottement résultant des forces d'actionnement tangentielles dans un dispositif de freinage et de la distance entre les points de génération de ces forces de frottement et l'axe de rotation. Le couple de freinage est fonction de la surface du piston hydraulique, du coefficient de frottement apparent et du rayon effectif du frein.

3.1.18 Par «*pression hydraulique*», on entend la pression nette fournie par le frein pour générer une force de serrage entre le frein et le matériau de friction. La pression hydraulique, combinée à l'efficacité du frein, à l'efficacité de l'étrier ou du tambour de frein, à la pression seuil et au rayon effectif du frein, induit le couple de freinage réel.

3.1.19 Par «*pression seuil*», on entend la pression hydraulique minimale permettant de surmonter les forces de frottement et d'étanchéité internes, de mettre en mouvement le piston de l'étrier ou le cylindre de roue du tambour pour assurer le contact avec le disque ou avec le tambour du frein et de produire le couple de freinage. Une valeur fixée à 100 kPa pour les freins à disque et à 350 kPa pour les freins à tambour doit être utilisée.

3.1.20 Par «*diamètre du piston*», on entend le diamètre du ou des pistons hydrauliques dans l'étrier ou le cylindre de roue du tambour, qui sert à calculer la surface totale du ou des pistons. Ce diamètre est également appelé «*diamètre du piston hydraulique*».

3.1.21 Par «*surface du piston*», on entend la surface active de tous les pistons hydrauliques agissant sur un côté de l'étrier de frein ou du cylindre de frein à tambour.

3.1.22 Par «*rayon effectif du frein*», on entend, pour un frein à disque, la distance entre le centre de rotation et l'axe longitudinal du ou des pistons de l'étrier s'ils sont assemblés sur le support. Pour les freins à tambour, le rayon effectif est égal à la moitié du diamètre intérieur du tambour.

3.1.23 Par «*efficacité du frein*», on entend le rapport entre la force tangentielle totale et la force d'actionnement entre les plaquettes de frein et le disque ou les mâchoires de frein et le tambour. Sa valeur pour le frein soumis à l'essai est fonction du couple de freinage, de la pression hydraulique, du rayon effectif du frein et de la surface du piston. Elle est calculée (mathématique) et n'est pas directement mesurable. On parle également de «*coefficient de frottement apparent*» pour les freins à disque et de «*coefficient de frein interne*» pour les freins à tambour.

3.1.24 Par «*déplacement du liquide de frein*», on entend l'utilisation transitoire (volumétrique) de liquide hydraulique par l'étrier ou le cylindre de roue de frein lors d'une décélération de freinage pour produire la force d'actionnement.

3.1.25 Par «*moyenne en fonction du temps*», on entend la méthode de calcul de la moyenne d'un mesurande donné tout au long d'une manœuvre de freinage. La valeur résultante équivaut au résultat de l'intégration entre deux cas (seuil et fin de niveau atteints) divisé par la durée entre les points correspondants.

3.1.26 Par «*moyenne en fonction de la distance*», on entend la méthode de calcul de la moyenne d'un mesurande donné lors d'une décélération de freinage, la fréquence d'échantillonnage étant une unité de distance calculée, parcourue par le véhicule entre des points de prélèvement. La valeur résultante équivaut au résultat de l'intégration entre deux cas (seuil de début et de fin) divisé par la distance parcourue pendant le laps de temps écoulé correspondant. Lors d'essais sur banc dynamométrique, l'intégration de la distance est calculée à l'aide de la différence de vitesse de freinage et du temps écoulé.

3.1.27 Par «*fréquence d'acquisition*», on entend la fréquence à laquelle le système d'automatisation collecte des données pour les différents paramètres. La fréquence d'acquisition représente le nombre d'événements mesurés en 1 s pour chaque paramètre.

3.1.28 Par «*fréquence d'acquisition élevée*», on entend la fréquence d'acquisition du système de collecte des données qui est supérieure ou égale à 250 Hz. La fréquence d'échantillonnage élevée s'applique aux canaux du banc dynamométrique.

3.1.29 Par «*fréquence d'acquisition basse*», on entend la fréquence d'acquisition du système de collecte de données qui est inférieure ou égale à 10 Hz.

3.1.30 Par «*banc à rouleaux*», on entend un système technique qui impose et contrôle un programme de conduite effectué par un véhicule complet, conformément aux prescriptions du Règlement ONU n° 154.

3.2 Configuration d'essai

3.2.1 Par «*banc dynamométrique*», on entend un système technique qui impose, contrôle et enregistre l'action mécanique et électrique du frein soumis à l'essai tout en fonctionnant selon une procédure d'essai préprogrammée.

3.2.2 Par «*capteur de mesure du couple*», on entend le dispositif électromécanique qui convertit la contrainte de torsion sur le dispositif de freinage en un couple équivalent, obtenu à partir du taux de décélération angulaire et de l'inertie effective du frein.

3.2.3 Par «*servocommande*», on entend un système qui porte le couple de freinage ou la pression hydraulique à la valeur prévue (point de consigne). La servocommande fournit également l'algorithme permettant de contrôler la libération du couple ou de la pression de freinage à la fin de la décélération de freinage.

3.2.4 Par «*capteur de pression*», au sens de l'annexe 5 du présent Règlement, on entend un dispositif électromécanique relié au circuit de liquide de frein à proximité du système de freinage et qui émet un signal équivalent à la pression de freinage du frein correspondant.

3.2.5 Par «*rapport couple/pression*», on entend une constante qui permet de convertir la pression de freinage en couple de freinage pour un frein à friction.

3.2.6 Par «*rapport couple/puissance électrique*», on entend une fonction de transfert qui permet de convertir la puissance électrique mesurée en couple de freinage pour un frein à friction électromécanique.

3.2.7 Par «*unité de conditionnement d'air*», on entend le système de ventilation qui envoie de l'air de refroidissement propre, conditionné et régulé dans le conduit de transport et le carter du frein.

3.2.8 Par «*air de refroidissement*», on entend l'air propre, conditionné et régulé fourni au frein par l'unité de conditionnement d'air au moyen de la conduite comme prescrit pendant l'essai et décrit dans le présent Règlement.

3.2.9 Par «*température de l'air de refroidissement*», on entend la température du flux d'air de refroidissement mesurée en amont du carter du frein.

3.2.10 Par «*humidité relative de l'air de refroidissement*», on entend la quantité de vapeur d'eau présente dans le flux d'air de refroidissement, exprimée en pourcentage de la quantité nécessaire à la saturation à la même température. L'humidité relative de l'air de refroidissement est mesurée en amont du carter du frein.

3.2.11 Par «*humidité spécifique de l'air de refroidissement*», on entend la quantité d'eau, en grammes, présente dans un kilogramme d'air sec. L'humidité relative de l'air de refroidissement est mesurée en amont du carter du frein.

3.2.12 Par «*vitesse de l'air de refroidissement*», on entend la vitesse moyenne du flux d'air de refroidissement, mesurée en temps réel dans la longueur d'un conduit rectiligne de forme et de section transversale constantes.

3.2.13 Par «*débit d'air de refroidissement*», on entend le débit moyen du flux d'air de refroidissement apporté au dispositif de freinage.

3.2.14 Par «*débit maximal de fonctionnement*», on entend le débit d'air de refroidissement maximal que le système peut atteindre tout en satisfaisant à toutes les prescriptions pertinentes en matière de conditionnement et de mesure de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.

3.2.15 Par «*débit minimal de fonctionnement*», on entend le débit d'air de refroidissement minimal que le système peut atteindre tout en satisfaisant à toutes les prescriptions pertinentes en matière de conditionnement et de mesure de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.

3.2.16 Par «*carter du frein*», on entend une chambre à conception aérodynamique par laquelle l'air de refroidissement entre par une extrémité et sort de l'autre. Il s'agit d'une chambre étanche qui empêche l'air non traité d'entrer et de se mélanger à l'air de refroidissement circulant autour du dispositif de freinage. Le carter du frein sert d'enveloppe de protection au dispositif de freinage.

3.2.17 Par «*tunnel de prélèvement*», on entend un conduit rigide reliant le carter du frein au plan de prélèvement. Le tunnel de prélèvement représente la partie du tunnel où les particules émises par le frein à l'intérieur du carter se dirigent vers les dispositifs de prélèvement et de mesure.

3.3 Matériel de freinage

3.3.1 Par «*frein soumis à l'essai*», on entend le dispositif freinage à friction et les paramètres du véhicule associés, que le laboratoire utilise pour mesurer les émissions de particules des freins conformément au présent Règlement. Ces paramètres du véhicule comprennent ceux de la carrosserie, de la chaîne de traction et d'autres systèmes nécessaires au calcul de la part du freinage à friction.

3.3.2 Par «*dispositif de freinage*», dans le cas des freins à disque, on entend l'ensemble formé par les disques, les plaquettes et l'étrier de frein compatibles, et le matériel associé (servant à monter, à fixer et à connecter le dispositif de freinage sur le support de frein et le banc dynamométrique) pour un véhicule et un essieu donnés. Dans le cas des freins à tambour, le dispositif de freinage comprend le tambour de frein, les mâchoires de frein, le plateau et le matériel associé (servant à monter, à fixer et à connecter le dispositif de freinage sur le support de frein et le banc dynamométrique) pour un véhicule et un essieu donnés. Le dispositif de freinage est monté sur un support de frein pour s'adapter et se connecter au banc dynamométrique.

3.3.3 Par «*frein de service*», on entend le système de freinage (à friction ou sans friction) permettant au conducteur de contrôler, directement ou indirectement et de manière graduelle, la vitesse d'un véhicule dans des conditions de conduite normales ou d'immobiliser le véhicule (arrêt).

3.3.4 Par «*frein exclusivement à friction*», on entend un frein de service monté sur un véhicule qui n'utilise que le frottement entre un disque ou un tambour de frein et les matériaux de friction correspondants.

3.3.5 Par «*support de frein*», on entend un dispositif mécanique ou un gabarit permettant de monter le dispositif de freinage en reliant la contre-pointe (ou surface non rotative) à l'arbre du banc dynamométrique (rotatif). Le côté de la contre-pointe (ou surface non rotative) absorbe le couple de freinage et les forces tangentielles associées. L'arbre rotatif transmet l'énergie cinétique de l'inertie d'essai du frein au dispositif de freinage.

3.3.6 Par «*support de type universel*», on entend un support de frein cylindrique et symétrique sans extensions ou saillies supplémentaires différentes de celles nécessaires au montage du dispositif de freinage. Un moyeu de roue n'est pas inclus dans le dispositif.

3.3.7 Par «*support de type poteau*», on entend un support de banc dynamométrique qui utilise des tubes ronds et rigides et des adaptateurs, au lieu du porte-fusée du véhicule, pour le montage du dispositif de freinage. Un moyeu de roue y est fixé pour compléter le dispositif.

3.3.8 Par «*étrier de frein*», on entend un dispositif mécanique qui convertit l'action du conducteur sur la pédale de frein en une force de serrage sur les plaquettes de frein pour produire le couple de freinage.

3.3.9 Par «*disque de frein*», on entend un dispositif d'usure rotatif contre lequel l'étrier de frein serre les plaquettes de frein dans un dispositif de freinage à disque. Le disque de frein fait office de principal dispositif d'absorption et de dissipation de la chaleur, le frein transformant l'énergie cinétique du véhicule en chaleur.

3.3.10 Par «*disque en fonte*», on entend un disque de frein en fonte grise et dont la teneur en carbone est comprise entre 2,8 % et 4,0 %.

3.3.11 Par «*disque en fonte revêtu*», on entend un disque de frein en fonte grise et dont la piste de frottement est revêtue d'un matériau anti-abrasion.

3.3.12 Par «*disque carbone-céramique*», on entend un disque de frein en composite à matrice céramique renforcée de fibre de carbone, avec ou sans couche de frottement en céramique.

3.3.13 Par «*plaquette de frein*», on entend un dispositif d'usure monté sur l'étrier de frein, qui se compose d'un plateau de pression structurel (métallique) et d'un élément en matériau de friction. Les plaquettes de frein se serrent contre le disque de frein, générant ainsi une force de frottement qui produit un ralentissement et donc le couple de freinage.

3.3.14 Par «*tambour de frein*», on entend un mécanisme rotatif d'usure contre lequel le cylindre de roue serre les mâchoires de frein dans un dispositif de freinage à tambour. Ce mécanisme fait office de principal dispositif d'absorption et de dissipation de la chaleur, le frein transformant l'énergie cinétique du véhicule en chaleur.

3.3.15 Par «*mâchoire de frein*», on entend un dispositif d'usure constitué d'une mâchoire métallique structurelle arquée et d'un matériau de friction (soudé ou riveté). La mâchoire de frein est serrée contre le tambour afin de produire des frictions et donc le couple de freinage. Également appelée «*garniture de frein à tambour*».

3.3.16 Par «*code d'identification du matériau de friction*», on entend le code unique comprenant au minimum la marque de fabrique ou de commerce du fabricant des plaquettes ou mâchoires et un numéro d'identification propre à la formulation du matériau de friction.

3.3.17 Par «*code d'identification du disque ou du tambour*», on entend le code unique étiqueté par le fabricant pour identifier le disque ou le tambour.

3.3.18 Par «*pièces de frein d'origine*», on entend soit une plaquette de frein d'origine, soit un assemblage de plaquette de frein d'origine, soit une garniture de frein à tambour d'origine, soit un tambour de frein d'origine, soit un disque de frein d'origine.

3.3.18.1 Par «*plaquette de frein d'origine*», on entend un type de plaquette de frein référencé dans le dossier d'homologation de type du véhicule au titre du Règlement ONU nº 13, 13-H ou 78.

3.3.18.2 Par «*garniture de frein à tambour d'origine*», on entend une garniture de frein à tambour conforme aux données jointes au dossier d'homologation de type du véhicule.

3.3.18.3 Par «*disque de frein d'origine*», on entend un disque de frein visé par l'homologation de type du système de freinage du véhicule au titre du Règlement ONU nº 13, 13-H ou 78.

3.3.18.4 Par «*tambour de frein d'origine*», on entend un tambour de frein visé par l'homologation de type du système de freinage du véhicule au titre du Règlement ONU nº 13, 13-H ou 78.

3.3.19 Réservé

3.3.20 Par «*pièces de frein de rechange*», on entend soit un type d'assemblage de plaquette de frein de rechange, soit un type de garniture de frein à tambour de rechange, soit un tambour de frein de rechange, soit un disque de frein de rechange.

3.3.20.1 Par «*plaquette de frein de rechange d'origine*», on entend une plaquette de frein d'origine destinée à l'entretien du véhicule et portant un code d'identification apposé de façon indélébile et bien lisible.

3.3.20.2 Réservé

3.3.20.3 Par «*garniture de frein à tambour de rechange d'origine*», on entend une garniture de frein à tambour d'origine destinée à l'entretien du véhicule et portant un code d'identification apposé de façon indélébile et bien lisible.

3.3.20.4 Réservé

3.3.20.5 Par «*disque de frein de rechange d'origine*», on entend un disque de frein d'origine destiné à l'entretien du véhicule et portant un code d'identification apposé de façon indélébile et bien lisible.

3.3.20.6 Réservé

3.3.20.7 Par «*tambour de frein de rechange d'origine*», on entend un tambour de frein d'origine destiné à l'entretien du véhicule et portant un code d'identification apposé de façon indélébile et bien lisible.

3.3.20.8 Réservé

3.3.20.9 Par «*code d'identification*», on entend un code qui permet d'identifier les disques de freins ou les tambours de frein couverts par l'homologation du système de freinage accordée au titre du Règlement ONU nº 13 ou 13-H. Il comprend au moins la marque de fabrique ou de commerce du fabricant et un numéro d'identification.

3.3.21 Par «*systèmes de filtration passifs*», on entend les pièces qui sont montées en plus du système de freinage de base pour récupérer les particules générées par le frottement entre le disque de frein et les plaquettes de frein. Aucune énergie supplémentaire n'est nécessaire à leur fonctionnement.

3.3.22 Par «*systèmes de filtration actifs*», on entend les composants qui sont reliés au système de freinage de base pour récupérer les particules générées par le frottement entre le disque de frein et les plaquettes de frein. Leur utilisation dans le véhicule et sur le banc dynamométrique nécessite une source d'énergie supplémentaire.

3.3.23 Par «*voile ou excentricité de la piste*», on entend le déplacement latéral total d'un point situé radialement à 10 mm vers l'extérieur de l'axe longitudinal de la piste de freinage extérieure du disque de frein, ou le déplacement radial total d'un point situé sur l'axe longitudinal de la piste de frottement intérieure du tambour de frein, pendant un tour complet.

3.3.24 Par «*jeu de fonctionnement*», on entend la distance axiale entre la piste de freinage du disque et la plaquette de frein pendant un tour complet, le frein étant desserré. Pour les freins à tambour, il s'agit de la distance radiale entre la piste intérieure du tambour et la mâchoire de frein.

3.3.25 Par «*couple de freinage résiduel*», on entend le couple ou la résistance à la rotation que continue de présenter un système de freinage après que le frein a été relâché ou desserré.

3.3.26 Par «*couple de freinage résiduel mesuré*», on entend la moyenne du couple de freinage résiduel en fonction du temps obtenue au moyen de la méthode de mesure définie dans le présent Règlement.

3.3.27 Par «*formulation du matériau d'un disque ou tambour*», on entend l'association de la composition chimique, de la microstructure et des propriétés mécaniques.

3.3.28 Par «*formulation du matériau d'une garniture ou d'une plaquette de frein*», on entend l'association de matériaux dont le mélange répond à des spécifications et de processus qui détermine les caractéristiques d'une garniture de frein.

3.4 Cycle de freinage WLTP

3.4.1 Par «*cycle de conduite*», on entend une série de points de données représentant la vitesse d'un véhicule en fonction du temps. Le cycle de conduite se compose de trajets individuels et chaque trajet consiste en une série d'événements séparés et consécutifs. Ces événements comprennent la levée de frein, l'accélération, la marche à vitesse constante et la décélération.

3.4.2 Par «*cycle de freinage WLTP*», on entend le cycle de conduite dérivé de l'activité du véhicule de la base de données de la procédure d'essai mondiale harmonisée pour les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers d'une durée totale de 15 826 secondes plus les temps de refroidissement entre les trajets. Le cycle comprend 10 trajets et 303 décélérations de freinage.

3.4.3 Par «*essai de mesure des émissions de freinage*», on entend une séquence en trois phases (réglage du débit d'air de refroidissement, rodage des freins et mesure des émissions de freinage) visant à caractériser les particules émises par le frein soumis à l'essai.

3.4.4 Par «*réglage du débit d'air de refroidissement*», on entend la phase lors de laquelle le frein soumis à l'essai fait l'objet d'une procédure destinée à définir le débit d'air de refroidissement entrant approprié pour les phases de rodage et de mesure des émissions. Cette phase est également appelée «*phase de réglage du refroidissement*».

3.4.5 Par «*rodage des freins*», on entend la phase consistant en une succession de manœuvres de freinage visant à doter le frein d'une couche de transfert stable, à assurer l'efficacité du freinage et à établir le comportement des freins en matière d'émissions avant de procéder à la mesure des émissions de freinage. Cette phase est également appelée «*procédure de rodage*» ou «*phase de rodage*».

3.4.6 Par «*mesure des émissions de freinage*», on entend la phase de l'essai de mesure des émissions de freinage durant laquelle la masse de matières particulaires et le nombre de particules sont mesurés. Cette phase est également appelée «*phase de mesure des émissions*».

3.4.7 Par «*accélération*», on entend une période mesurable pendant laquelle la vitesse linéaire augmente à un rythme connu jusqu'à une valeur de consigne prédéterminée. Cet événement précède toujours une marche à vitesse constante ou une décélération de freinage.

3.4.8 Par «*marche à vitesse constante*», on entend une période mesurable durant laquelle la vitesse linéaire (non nulle) est constante.

3.4.9 Par «*levée de frein*», on entend une pause mesurable et prévisible dans le freinage à vitesse nulle au cours du cycle.

3.4.10 Par «*décélération de freinage nominale*», on entend une période mesurable du cycle durant laquelle la vitesse linéaire nominale diminue à un rythme connu jusqu'à une vitesse de relâchement prédéterminée. Cette décélération est mise en évidence au moyen du signal de vitesse linéaire nominale élevée conformément à l'alinéa h) du paragraphe 9.4.3 de l'annexe 4.

3.4.11 Par «*décélération de freinage réelle*», on entend une période mesurable du cycle durant laquelle la vitesse linéaire diminue à un rythme connu jusqu'à une vitesse de relâchement prédéterminée. Cette décélération est mise en évidence au moyen du signal de couple réel élevé conformément au paragraphe 13.1 de l'annexe 4.

3.4.12 Par «*taux de décélération*», on entend le taux total de la réduction de la vitesse linéaire d'avancement du véhicule causée par l'application du frein de service, la résistance à l'avancement sur route et le couple sans friction de la machine électrique.

3.4.13 Par «*arrêt par freinage*», on entend, de façon générale, une décélération de freinage permettant d'immobiliser le véhicule.

3.4.14 Par «*freinage partiel*», on entend, de façon générale, une décélération de freinage permettant de réduire la vitesse du véhicule à un niveau non nul.

3.4.15 Par «*période de stabilisation thermique*», on entend la période entre les trajets pendant laquelle le frein tourne à faible vitesse (environ cinq tours par minute ou moins) en attendant de refroidir et jusqu'à ce que sa température initiale atteigne le niveau prédéfini pour le début du trajet suivant.

3.4.16 Par «*vitesse initiale réelle*», on entend la vitesse du véhicule au début effectif d'une décélération de freinage. On détermine cette vitesse lors de l'évaluation des données en calculant la valeur moyenne de la vitesse linéaire réelle élevée entre 1,0 et 0,5 s avant que la décélération de freinage réelle commence.

3.4.17 Par «*vitesse de relâchement réelle*», on entend la vitesse du véhicule à la fin effective d'une décélération de freinage. On détermine cette vitesse lors de l'évaluation des données en calculant la valeur moyenne de la vitesse linéaire réelle élevée entre 0,5 et 1,0 s après que la décélération de freinage réelle s'est achevée.

3.4.18 Par «*vitesse linéaire nominale*», on entend la vitesse cible (ou de consigne) du véhicule à l'instant i selon le cycle de freinage WLTP.

3.4.19 Par «*vitesse linéaire réelle*», on entend la vitesse linéaire d'avancement du véhicule à l'instant i pendant l'exécution du cycle d'essai. Cette vitesse est aussi appelée «*vitesse mesurée*».

3.4.20 Par «*vitesse de consigne du véhicule*», on entend la vitesse correspondant au point de consigne de la vitesse du véhicule à un instant donné du cycle.

3.4.21 Par «*non-conformité de la vitesse*», on entend tous les cas où la courbe de vitesse réelle du banc dynamométrique dépasse les limites de tolérance prescrites dans le présent Règlement lors du cycle de freinage WLTP.

3.4.22 Par «*température initiale du frein*», on entend la température globale du disque de frein ou du tambour de frein au début d'une manœuvre de freinage donnée au cours du cycle de freinage WLTP. On détermine cette température lors de l'évaluation des données en calculant la valeur moyenne de la température réelle du frein entre 1,0 et 0,5 s avant que la décélération de freinage réelle commence.

3.4.23 Par «*température finale du frein*», on entend la température globale du disque de frein ou du tambour de frein à la fin d'une manœuvre de freinage donnée au cours du cycle de freinage WLTP. On détermine cette température lors de l'évaluation des données en calculant la valeur moyenne de la température réelle du frein entre 0,5 et 1,0 s après que la décélération de freinage réelle s'est achevée.

3.4.24 Par «*température moyenne du frein*», on entend la moyenne de la température en fonction du temps du disque de frein ou du tambour de frein au cours d'une période prédéterminée.

3.4.25 Par «*température maximale du frein*», on entend la température la plus élevée du disque ou du tambour de frein mesurée lors d'une manœuvre de freinage donnée. On détermine cette température lors de l'évaluation des données ; il s'agit de la valeur maximale de la température réelle du frein au cours d'une décélération de freinage réelle donnée.

3.5 Mesure de la masse de matières particulaires et du nombre de particules

3.5.1 Le terme «*particule*» est utilisé par convention pour les matières qui sont mesurées alors qu'elles sont en suspension dans l'air, et le terme «*matière particulaire*» pour les matières déposées.

3.5.2 Par «*émissions en nombre de particules*», on entend le nombre de particules émises par le frein soumis à l'essai, quantifié selon les méthodes de dilution, de prélèvement et de mesure spécifiées dans le présent Règlement.

3.5.3 Réservé

3.5.4 Réservé

3.5.5 Par «*émissions en nombre de particules solides*», on entend le nombre de particules solides émises par le frein soumis à l'essai.

3.5.6 Par «*SPN10*», on entend le nombre de particules solides d'un diamètre nominal de mobilité électrique d'environ 10 nm et plus émises par le frein soumis à l'essai, quantifié selon les méthodes de dilution, de prélèvement et de mesure spécifiées dans le présent Règlement.

3.5.7 Par «*émissions de matières particulaires*» (PM), on entend la masse de toutes les particules provenant d'un frein soumis à l'essai, quantifiée selon les méthodes de dilution, de prélèvement et de mesure spécifiées dans le présent Règlement.

3.5.8 Par «*émissions de $PM_{2,5}$*», on entend les émissions de matières particulaires d'un diamètre aérodynamique d'environ 2,5 µm ou moins.

3.5.9 Par «*émissions de PM_{10}*», on entend les émissions de matières particulaires d'un diamètre aérodynamique d'environ 10 µm ou moins.

3.5.10 Par «*plan de prélèvement*», on entend le plan fixe (perpendiculaire à l'axe du tunnel de prélèvement) où sont situées les entrées des buses de prélèvement.

3.5.11 Par «*sonde de prélèvement*», on entend le tube en acier inoxydable à paroi mince conçu pour extraire une portion représentative d'aérosols et la transférer du tunnel de prélèvement vers le système de mesure.

3.5.12 Par «*buse de prélèvement*», on entend un cylindre en acier inoxydable à paroi mince muni d'une pointe de buse tranchante qui se monte à l'entrée d'une sonde de prélèvement et vise à extraire de manière isocinétique l'aérosol du tunnel de prélèvement.

3.5.13 Par «*pointe de la buse de prélèvement*», on entend la section transversale amont de la buse de prélèvement par laquelle l'aérosol pénètre dans la buse.

3.5.14 Par «*système de prélèvement de matières particulaires*», on entend la série d'éléments dans lesquels l'aérosol se déplace après avoir pénétré dans la pointe de la buse de prélèvement. Ce système comprend, dans le sens du flux, la buse de prélèvement des matières particulaires, la sonde de prélèvement des matières particulaires, le dispositif de séparation des matières particulaires, la ligne de prélèvement des matières particulaires et le porte-filtre.

3.5.15 Par «*dispositif de séparation des matières particulaires*», on entend un dispositif permettant de séparer la portion des matières particulaires de l'aérosol présentant un intérêt conformément aux spécifications du présent Règlement.

3.5.16 Par «*efficacité de séparation*», on entend le rapport entre les particules écartées par le dispositif de séparation et l'ensemble des particules entrant dans ledit dispositif à un diamètre aérodynamique donné.

3.5.17 Par «*ligne de prélèvement des matières particulaires*», on entend le conduit rigide ou flexible reliant la sortie du dispositif de séparation des matières particulaires à l'entrée du porte-filtre.

3.5.18 Par «*porte-filtre*», on entend un dispositif permettant de collecter des matières particulières sur des filtres conformément aux spécifications du présent Règlement.

3.5.19 Par «*système de prélèvement de particules*», on entend la série d'éléments dans lesquels l'aérosol se déplace après avoir pénétré dans la pointe de la buse de prélèvement. Ce système comprend – dans le sens du flux – la buse de prélèvement pour la mesure du nombre de particules, la sonde de prélèvement pour la mesure du nombre de particules, le séparateur primaire de particules, le tube de transfert de particules, le diviseur de flux (le cas échéant) et le système de mesure du nombre de particules.

3.5.20 Par «*tube de transfert des particules*», on entend le conduit flexible reliant la sortie de la sonde de prélèvement pour la mesure du nombre de particules à l'entrée du séparateur primaire de particules. Si le séparateur primaire est directement relié à la sortie de la sonde de prélèvement, le tube de transfert des particules désigne le tuyau flexible reliant la sortie du séparateur primaire à l'entrée du système de mesure du nombre de particules.

3.5.21 Par «*système de mesure du nombre de particules*», on entend le système permettant de déterminer les concentrations en nombre de particules conformément au présent Règlement. Ce système se compose du système de conditionnement des échantillons, des conduites de transfert internes de particules et du compteur de particules.

3.5.22 Par «*système de conditionnement des échantillons*», on entend les parties des systèmes de mesure du nombre de particules qui diluent et conditionnent l'aérosol à fournir au compteur de particules pour déterminer le SPN10.

3.5.23 Par «*compteur de particules*», on entend un dispositif permettant de déterminer la concentration en nombre de particules conformément aux spécifications du présent Règlement.

3.5.24 Par «*conditions normales*», on entend une pression égale à 101,325 kPa et une température de 273,15 K.

3.5.25 Par «*rapport isocinétique*», on entend le rapport entre la vitesse de l'air dans la buse de prélèvement pour la mesure du nombre de particules ou de la masse de matières particulaires et la vitesse de l'air dans le tunnel de prélèvement.

3.5.26 Par «*émissions ambiantes*», on entend la mesure de la concentration en nombre de particules à l'aide des mêmes instruments que pour les essais d'émissions, le système de conditionnement ambiant et le système de contrôle de l'air de refroidissement du banc dynamométrique fonctionnant dans les conditions d'essai sans qu'aucune manœuvre de freinage ou rotation des freins ne vienne influencer le résultat.

3.6 Système d'essai

3.6.1 Par «*étalonnage*», on entend le processus qui consiste à régler la réponse d'un système de mesure de manière telle que ses résultats correspondent à une valeur de référence.

3.6.2 Par «*opération d'entretien importante*», on entend le réglage, la réparation ou le remplacement d'un composant ou d'un module susceptible d'affecter l'exactitude d'une mesure.

3.6.3 Par «*valeur de référence*», on entend une valeur définie par une norme nationale ou internationale.

3.6.4 Par «*point de consigne*», on entend une valeur de consigne qu'un système de réglage est censé maintenir.

3.6.5 Par «*vérification*», on entend le fait d'évaluer si les résultats d'un système de mesure concordent avec une série de valeurs de référence appliquées dans le cadre d'une ou plusieurs valeurs limites d'acceptation prédéterminées.

3.6.6 Par «*temps de réponse*», on entend la différence de temps entre la variation du constituant à mesurer au point de référence et une réponse du système de mesure de 90 % de la valeur de mesure finale (t_{90}), l'entrée de la buse de prélèvement étant définie comme point de référence ; la variation du constituant mesuré doit être d'au moins 60 % de l'amplitude totale et se produire en moins de 0,1 s. Le temps de réponse se compose du temps de retard du système et du temps de montée du système.

3.6.7 Par «*temps de descente*», on entend la différence de temps entre t_{90} et t_{10} correspondant au passage de la variation du constituant à mesurer au point de référence de 90 % à 10 % de la valeur initiale, si la variation du signal de réglage se produit en moins de 0,1 s.

3.6.8 Par «*dérive*», on entend la variation du signal mesuré sur une période définie pour un point de consigne donné sous l'influence de facteurs tels que la température, la pression, la tension ou l'intensité électrique.

3.6.9 Par «*exactitude*», on entend la différence entre une valeur mesurée et une valeur de référence, déterminée conformément à une norme nationale, qui exprime la justesse d'un résultat.

3.6.10 Par «*précision*», on entend le degré auquel des mesures répétées dans des conditions inchangées donnent des résultats identiques, ce qui dans le présent Règlement, correspond toujours à un écart type.

3.7 Freinage sans friction

3.7.1 Par «*freinage à friction*», au sens du présent Règlement, on entend la décélération du véhicule obtenue au moyen du système de freinage à friction, les forces de freinage étant produites par le frottement entre deux pièces en mouvement relatif faisant partie du véhicule.

3.7.2 Par «*freinage sans friction*», au sens du présent Règlement, on entend la décélération du véhicule obtenue par différents moyens techniques en plus du système de freinage à friction, par exemple le freinage à récupération. Ce freinage s'applique aux véhicules électriques purs et aux véhicules électriques hybrides dont le SRSEE de traction a une tension nominale supérieure à 12 V.

3.7.3 Par «*freinage exclusivement à friction*», au sens du présent Règlement, on entend la décélération du véhicule obtenue uniquement au moyen d'un système de frein exclusivement à friction.

3.7.4 Par «*machine électrique*», on entend un convertisseur d'énergie transformant l'énergie électrique en énergie mécanique.

3.7.5 Par «*catégorie de convertisseur de propulsion*», on entend : i) un moteur à combustion interne ; ou ii) une machine électrique.

3.7.6 Par «*véhicule électrique hybride*» (VEH), on entend un véhicule hybride dont un des convertisseurs de propulsion est une machine électrique.

3.7.7 Par «*véhicule hybride*», on entend un véhicule dont la chaîne de traction comprend au moins deux catégories différentes de convertisseurs de propulsion et au moins deux catégories différentes de systèmes de stockage de l'énergie de propulsion.

3.7.8 Par «*véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur*» (VEH-NRE), on entend un véhicule électrique hybride qui ne peut pas être rechargé depuis une source extérieure. Dans le présent Règlement, les VEH-NRE sont répartis en trois groupes, les «VEH-NRE de catégorie 0», les «VEH-NRE de catégorie 1» et les «VEH-NRE de catégorie 2», en fonction de la tension nominale de leur SRSEE de traction.

3.7.8.1 Par «*véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 0*» (VEH-NRE de catégorie 0), on entend un véhicule électrique hybride doté d'un SRSEE de traction dont la tension nominale est supérieure à 12 V et inférieure à égale à 20 V et qui ne peut pas être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.8.2 Par «*véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 1*» (VEH-NRE de catégorie 1), on entend un véhicule électrique hybride doté d'un SRSEE de traction dont la tension nominale est supérieure à 20 V et inférieure ou égale à 60 V et qui ne peut pas être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.8.3 Par «*véhicule électrique hybride non rechargeable de l'extérieur de catégorie 2*» (VEH-NRE de catégorie 2), on entend un véhicule électrique hybride doté d'un SRSEE de traction dont la tension nominale est supérieure à 60 V et qui ne peut pas être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.9 Par «*véhicule électrique hybride rechargeable de l'extérieur*» (VEH-RE), on entend un véhicule électrique hybride qui peut être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.10 Par «*véhicule électrique pur*» (VEP), on entend un véhicule équipé d'une chaîne de traction comportant exclusivement des machines électriques comme convertisseurs de propulsion et des systèmes rechargeables de stockage de l'énergie électrique comme systèmes de stockage de l'énergie de propulsion.

3.7.11 Par «*pile à combustible*», on entend un convertisseur d'énergie transformant l'énergie chimique (entrante) en énergie électrique (sortante), ou inversement.

3.7.11.1 Par «*véhicule à pile à combustible*» (VPC), on entend un véhicule équipé d'une chaîne de traction comportant exclusivement une ou plusieurs piles à combustible et une ou plusieurs machines électriques comme convertisseurs de propulsion.

3.7.11.2 Par «*véhicule hybride à pile à combustible*» (VHPC), on entend un véhicule à pile à combustible équipé d'une chaîne de traction comportant au moins un système de stockage du carburant et au moins un système rechargeable de stockage de l'énergie électrique comme systèmes de stockage de l'énergie de propulsion.

3.7.11.3 Par «*véhicule électrique hybride à pile à combustible non rechargeable de l'extérieur*» (VHPC-NRE), on entend un véhicule électrique hybride à pile à combustible qui ne peut pas être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.11.4 Par «*véhicule électrique hybride à pile à combustible rechargeable de l'extérieur*» (VHPC-RE), on entend un véhicule électrique hybride à pile à combustible qui peut être rechargé depuis une source extérieure.

3.7.11.5 Par «*véhicule électrique à pile à combustible*» (VEPC), on entend un véhicule qui utilise un système de propulsion semblable à celui des véhicules électriques grâce auquel l'énergie, stockée sous la forme d'hydrogène, est convertie en électricité par la pile à combustible.

3.7.12 Par «*véhicule équipé uniquement de moteurs à combustion interne*», on entend un véhicule dont tous les convertisseurs de propulsion sont des moteurs à combustion interne.

3.7.13 Par «*système rechargeable de stockage de l'énergie électrique*» (SRSEE) , on entend le système rechargeable de stockage de l'énergie électrique qui alimente le système de propulsion électrique.

3.7.14 Par «*véhicule de base d'une famille d'émissions de freinage*», on entend la configuration présentant le produit WLn * c le plus élevé parmi tous les véhicules appartenant une famille d'émissions de freinage donnée (essieu avant ou essieu arrière) telle que définie au paragraphe 7.2 du présent Règlement.

3.7.15 Par «*coefficient correspondant à la part du freinage à friction*», on entend le rapport entre l'énergie totale absorbée par l'ensemble du système de freinage à friction au cours d'un cycle de conduite et la variation totale d'énergie cinétique du véhicule pendant les manœuvres de freinage (hors résistance à l'avancement sur route) au cours du même cycle de conduite.

3.7.16 Par «*type d'électrification (du véhicule)*», au sens du présent Règlement, on entend la catégorie d'électrification et l'architecture correspondante, utilisées à des fins de distinction des voitures particulières et véhicules utilitaires légers.

3.7.17 Par «*modèle de véhicule*», au sens du présent Règlement, on entend la ou les dénominations commerciales du véhicule.

3.7.18 Par «*mode sélectionnable*», au sens du présent Règlement, on entend un régime de fonctionnement distinct, sélectionnable par le conducteur, pouvant avoir des incidences sur les capacités de freinage sans friction d'un véhicule.

3.7.19 Par «*fonction de freinage entraînant une augmentation du niveau des émissions*», au sens du présent Règlement, on entend une fonction ayant pour effet d'accroître le niveau des émissions de freinage, qui est active à des fins particulières et en réponse à un ensemble particulier de conditions ambiantes ou de conditions de fonctionnement, et qui ne reste opérationnelle que dans la mesure où ces conditions existent et ne sont pas substantiellement incluses dans les essais d'homologation.

3.7.20 Par «*famille d'interpolation*», au sens du présent Règlement, on entend la même chose que dans le Règlement ONU nº 154.

4. Demande d'homologation

4.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne les prescriptions du présent Règlement doit être présentée par le constructeur du véhicule ou par son représentant dûment accrédité, qui est toute personne physique ou morale dûment mandatée par le constructeur pour le représenter devant l'autorité d'homologation et agir en son nom dans les domaines visés par le présent Règlement.

4.1.1 La demande visée au paragraphe 4.1 doit être établie conformément au modèle de fiche de renseignements visé à l'annexe 1 du présent Règlement.

4.2 Un nombre approprié d'ensembles de composants du système de freinage représentatifs du type de véhicule à homologuer doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation.

4.3 Les changements de marque d'un système, d'un composant ou d'une entité technique qui interviennent après coup n'invalident pas automatiquement une homologation de type, à moins que les caractéristiques d'origine ou les paramètres techniques soient modifiés de telle manière que les émissions de freinage s'en trouvent affectées.

4.4 Prescriptions relatives à la documentation des fonctions de freinage

Le constructeur doit, au minimum, fournir à l'autorité d'homologation de type un aperçu de toutes les fonctions de freinage entraînant une augmentation du niveau des émissions qui :

a) Influencent le comportement individuel de récupération, ce qui a une incidence sur les émissions de freinage ; et/ou

b) Nécessitent l'application active des éléments de friction ; et/ou

c) Influencent le niveau des émissions de freinage par l'intermédiaire d'un dispositif de réduction des émissions (par exemple, un filtre à émissions de freinage).

Le constructeur peut également fournir une description des fonctions de freinage autres que celles spécifiées ci-dessus (par exemple, les fonctions entraînant une diminution des émissions de freinage).

L'autorité d'homologation de type peut demander au constructeur de fournir des informations complémentaires sur certaines des fonctions de freinage visées dans la documentation.

Le constructeur et l'autorité d'homologation de type doivent convenir d'un format dans lequel les informations visées au présent paragraphe doivent être fournies.

L'approbation, par l'autorité d'homologation de type, de la documentation fournie par le constructeur constitue une condition préalable à la délivrance de l'homologation de type au titre du présent Règlement.

5. Homologation

5.1 Si le type de véhicule présenté à l'homologation satisfait à toutes les prescriptions pertinentes du présent Règlement, telles que définies à la section 7, à l'annexe 4 et à l'annexe 5 le cas échéant, l'homologation doit être accordée pour ce type de véhicule.

5.2 Un numéro d'homologation doit être attribué à chaque type homologué.

5.2.1 Le numéro d'homologation de type est composé de quatre sections séparées entre elles par le symbole «*».

Section 1 : La lettre «E» suivie du numéro distinctif de la Partie contractante ayant accordé l'homologation de type.

Section 2 : Le numéro du présent Règlement ONU, de la lettre «R», puis :

a) De deux chiffres (le premier étant le zéro, le cas échéant) indiquant la série d'amendements par laquelle ont été introduites les dispositions techniques du Règlement ONU applicables dans le cadre de l'homologation (00 pour le Règlement ONU sous sa forme originale) ;
b) D'une barre oblique (/) et de deux chiffres (le premier étant le zéro, le cas échéant) indiquant le complément à la série d'amendements applicable dans le cadre de l'homologation (00 pour le Règlement ONU sous sa forme originale) ;

Section 3 : Un numéro séquentiel à quatre chiffres (commençant par des zéros, le cas échéant). La séquence commence à 0001.

Section 4 : Un numéro séquentiel à deux chiffres (commençant par des zéros, le cas échéant) désignant l'extension. La séquence commence à 00.

Tous les chiffres doivent être des chiffres arabes.

5.2.2 Exemple de numéro d'homologation attribué au titre du présent Règlement :

E1*179R01/00*0123*01

Il s'agit de la première extension de l'homologation portant le numéro 0123, délivrée par l'Allemagne au titre de la série 01 d'amendements.

5.2.3 Une même Partie contractante ne peut pas attribuer le même numéro à un autre type de véhicule.

5.3 Il convient de communiquer aux Parties contractantes à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement la délivrance, l'extension ou le refus d'une homologation d'un type de véhicule au titre dudit Règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 2.

6. Inscriptions

6.1 Sur tout véhicule conforme à un type homologué au titre du présent Règlement, il doit être apposé de manière visible, à un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale composée :

6.1.1 D'un cercle, à l'intérieur duquel est placée la lettre «E» suivie du numéro distinctif du pays ayant accordé l'homologation ([1]) ;

6.1.2 Du numéro dudit Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à la droite du cercle décrit au paragraphe 6.1.1 ci-dessus.

6.2 Si le véhicule est conforme à un type homologué au titre d'un ou de plusieurs autres Règlements annexés à l'Accord de 1958 dans le pays qui a accordé l'homologation au titre du présent Règlement, il n'est pas nécessaire de répéter le symbole prescrit aux paragraphes 6.1.1 et 6.4.1 ; en pareil cas, les numéros de tous les Règlements au titre desquels l'homologation a été accordée dans le pays ayant accordé l'homologation au titre du présent Règlement, ainsi que les numéros d'homologation et symboles additionnels correspondants, doivent être inscrits l'un au-dessous de l'autre, à la droite du symbole prescrit au paragraphe 6.1.1.

([1]) Les numéros distinctifs des Parties contractantes à l'Accord de 1958 sont indiqués à l'annexe 3 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7, annexe 3 (https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/resolutions).

6.3 La marque d'homologation doit être nettement lisible et indélébile.

6.4 La marque d'homologation doit être placée sur la plaque signalétique du véhicule ou à proximité.

6.4.1 On trouvera à l'annexe 3 du présent Règlement des exemples de marques d'homologation.

7. Prescriptions générales

Chacune des familles de véhicules ci-dessous doit se voir attribuer un identifiant unique au format suivant :

FT-nnnnnnnnnnnnnnn-WMI

Où :

FT est un identifiant du type de famille :

a) FA = famille d'émissions de freinage de l'essieu avant, telle que définie au paragraphe 7.2 ;

b) RA = famille d'émissions de freinage de l'essieu arrière, telle que définie au paragraphe 7.2.

nnnnnnnnnnnnnnn est une chaîne de 15 caractères au maximum, composée uniquement des caractères 0-9, A-Z et du caractère de soulignement «_».

Le WMI (code d'identification mondiale du constructeur) est un code servant à identifier le constructeur d'une manière unique définie dans la norme ISO 3780:2009.

Il est de la responsabilité du propriétaire du WMI de s'assurer que la combinaison de la chaîne nnnnnnnnnnnnnnn et du WMI est spécifique à la famille et que la chaîne nnnnnnnnnnnnnnn est spécifique, pour ce WMI, aux essais effectués pour obtenir l'homologation.

7.1 Prescriptions relatives à la conformité

La conformité d'un type de véhicule doit être évaluée par rapport aux limites d'émission indiquées dans le tableau 3.

La conformité doit être démontrée par des essais réalisés sur les véhicules de base des familles d'émissions de freinage de l'essieu avant et de l'essieu arrière, conformément à la section 8 et aux sections 7 à 14 de l'annexe 4.

7.1.1 Critères relatifs au type de véhicule

Seuls les véhicules présentant la même combinaison de familles d'émissions de freinage pour l'essieu avant et pour l'essieu arrière peuvent relever du même type de véhicule. Le fait que le frein soit installé sur l'essieu avant ou sur l'essieu arrière constitue un critère différenciateur : par exemple, les véhicules équipés d'un frein A sur l'essieu avant et d'un frein B sur l'essieu arrière ne doivent pas relever du même type que les véhicules équipés d'un frein B sur l'essieu avant et d'un frein A sur l'essieu arrière.

Les résultats de mesure obtenus pour une famille d'émissions de freinage donnée peuvent servir pour plusieurs combinaisons de freins installés sur les essieux avant et arrière : par exemple, un résultat d'essai obtenu pour un frein A installé sur l'essieu avant peut être utilisé pour les types de véhicules AB et AC, équipés respectivement des freins B et C sur l'essieu arrière.

Des véhicules appartenant aux différents types d'électrification figurant dans le tableau 4 peuvent relever du même type de véhicule, qu'ils soient associés à un facteur fixe, conformément au tableau 4, ou à un facteur mesuré, conformément à l'annexe 5.

Pour les véhicules du même type que ceux définis au paragraphe 3.0, les émissions de freinage doivent être calculées au moyen de l'équation 7.1.

7.1.2 Un type de véhicule est réputé satisfaire au présent Règlement si, pour chaque type d'électrification et chaque famille d'interpolation, les émissions calculées conformément au paragraphe 7.1.3 pour le véhicule ayant la masse d'essai la plus élevée respectent les limites du tableau 3, comme illustré dans la figure 1a.

Figure 1a

Sélection de la configuration du véhicule aux fins de la démonstration de la conformité au type de véhicule

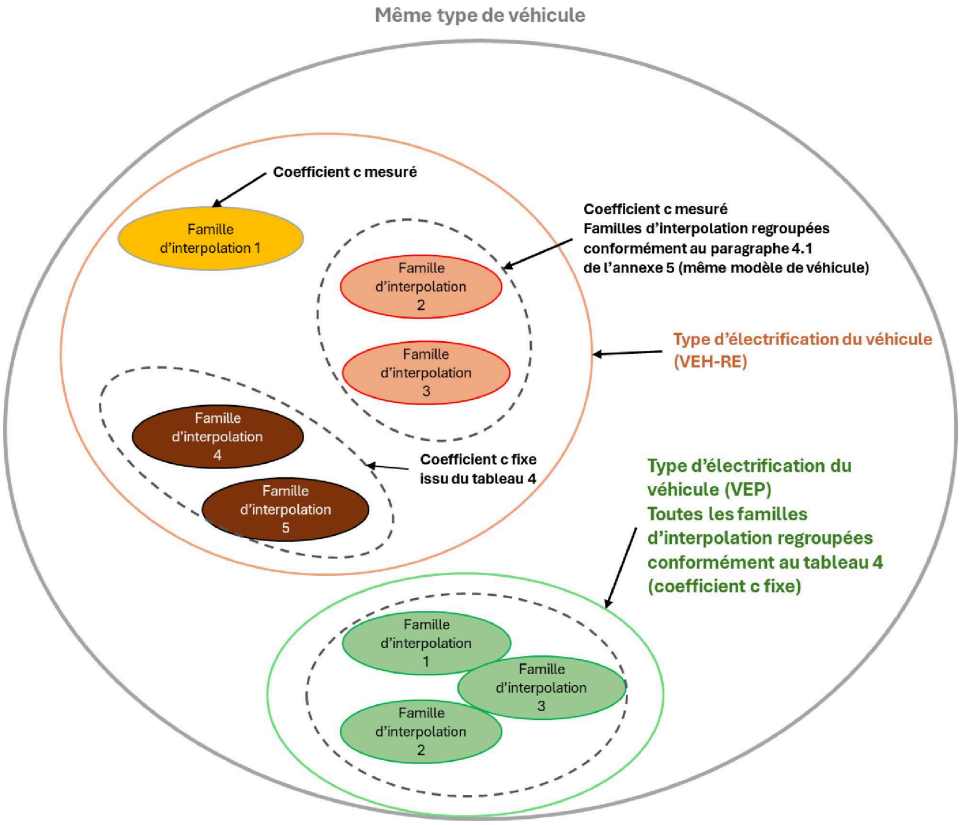


Tableau 3

Limites d'émissions de particules de frein au cours du cycle d'essai normalisé, par catégorie de véhicule et par technologie de la chaîne de traction

Limites d'émissions par véhicule	Véhicules des catégories M_1 et N_1, à l'exclusion des véhicules de la classe III de la catégorie N_1				
Technologie de la chaîne de traction	VEP	VEH-RE	VEH-NRE	VPC/VHPC	VMCI
Émissions de particules de freinage (PM_{10}) [mg/km]	3	7	7	7	7
Émissions de particules de freinage (SPN_{10}) [#/km]	Non précisée				
Limites d'émissions par véhicule	Véhicules de la classe III de la catégorie N_1 et de catégorie N_2				
Technologie de la chaîne de traction	VEP	VEH-RE	VEH-NRE	VPC/VHPC	VMCI
Émissions de particules de freinage (PM_{10}) [mg/km]	5	11	11	11	11
Émissions de particules de freinage (SPN_{10}) [#/km]	Non précisée				

7.1.3 Émissions de freinage de l'ensemble du véhicule

Les émissions de freinage de l'ensemble d'un véhicule donné doivent être calculées au moyen de l'équation 7.1, où les émissions de PM_{10} et de $PM_{2,5}$ et le SPN10 provenant d'essieux et de freins donnés sont considérés comme le produit du coefficient d'émission de référence EF_{ref} par le coefficient de frein à friction c, tels que définis dans les équations 12.9, 12.10 et 12.14 de l'annexe 4.

$$Emission_{veh} = 2 \cdot EF_{FA} + 2 \cdot EF_{RA} \quad \text{(Éq. 7.1)}$$

Où :

$Emission_{veh}$ est la valeur des émissions de freinage de l'ensemble d'un véhicule donné résultant des coefficients d'émission des freins installés sur les essieux avant et arrière, en mg/km ou en #/km ;

$$EF_{FA} = EF_{FA,ref} \cdot \frac{c_{veh} \cdot WL_{veh,FA}}{WL_{FA,\ ref}} \quad \text{(Éq. 7.2)}$$

$$EF_{RA} = EF_{RA,ref} \cdot \frac{c_{veh} \cdot WL_{veh,RA}}{WL_{RA,ref}} \quad \text{(Éq. 7.3)}$$

Où :

EF_{FA} est le coefficient d'émission de l'essieu avant d'un véhicule donné, en mg/km ou #/km ;

EF_{RA} est le coefficient d'émission de l'essieu arrière d'un véhicule donné, en mg/km ou #/km ;

$EF_{FA,ref}$ est le coefficient d'émission de référence de l'essieu avant du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage de l'essieu avant, en mg/km ou #/km ;

$EF_{RA,ref}$ est le coefficient d'émission de référence de l'essieu arrière du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage de l'essieu arrière, en mg/km ou #/km ;

c_{veh} est le coefficient correspondant à la part du freinage à friction d'un véhicule donné ;

$WL_{veh,\ FA}$ est la charge de la roue de l'essieu avant d'un véhicule donné, en kg ;

$WL_{FA,\ ref}$ est la charge de la roue du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage de l'essieu avant, en kg ;

$WL_{veh,\ RA}$ est la charge de la roue de l'essieu arrière d'un véhicule donné, en kg ;

$WL_{RA,\ ref}$ est la charge de la roue du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage de l'essieu arrière, en kg.

Pour c_{veh}, il convient d'utiliser, de sorte qu'il soit tenu compte du bon type d'électrification du véhicule, soit le coefficient fixe c_{fix} du tableau 4, soit le coefficient déclaré c_{decl} correspondant à la part du freinage à friction d'un véhicule donné sur la base des mesures, conformément à la section 5 de l'annexe 7.1 du présent Règlement.

7.2 Famille d'émissions de freinage

Une famille d'émissions de freinage est définie par un dispositif de freinage comprenant l'étrier, le disque ou l'ensemble tambour-plateau, la plaquette ou la mâchoire, et certains autres paramètres du véhicule.

7.2.1 Caractéristiques des familles d'émissions de freinage pour les systèmes de freinage et pièces de frein «d'origine» et «de rechange d'origine»

Tous les types d'électrification, quel que soit leur niveau d'électrification, peuvent faire partie d'une même famille d'émissions de freinage. Seuls les véhicules ayant un dispositif de freinage identique en ce qui concerne les caractéristiques énumérées aux alinéas a) à d) ci-après peuvent faire partie de la même famille d'émissions de freinage. Cela s'applique aux freins «d'origine» et «de rechange d'origine» tels que définis aux paragraphes 3.3.18 et 3.3.20 du présent Règlement :

a) Type d'étrier (étrier flottant ou fixe, nombre et taille des pistons, type d'éléments de rétraction) ;

b) Type de frein : frein à disque (surface de frottement, revêtement, simple/double/ventilé/solide, dimensions, masse, formulation du matériau) ou ensemble tambour-plateau (surface de frottement, un ou deux cylindres, dimensions, masse, formulation du matériau) ;

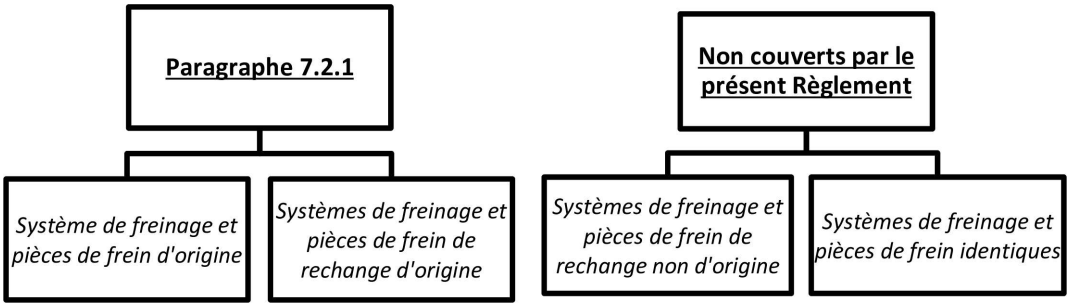
c) Type de matériau de friction : plaquette (taille et forme de la surface de frottement, formulation du matériau de friction, plateau de frein) ou mâchoire (taille et conception de la surface de frottement, formulation du matériau de friction, plateau de frein) ;

d) Toute autre caractéristique ayant une influence non négligeable sur les émissions de freinage (par exemple, les systèmes novateurs de réduction des émissions de freinage).

La figure 1b montre de manière schématique comment les familles d'émissions de freinage sont réparties selon le type de frein, conformément au présent paragraphe.

Figure 1b

Famille d'émissions de freinage selon le type de frein



7.2.2 Véhicule de base d'une famille d'émissions de freinage

Parmi tous les véhicules équipés d'un dispositif de freinage identique tel que décrit au paragraphe 7.2.1, le véhicule pour lequel le produit du coefficient correspondant à la part du freinage à friction (*c*) (fixe conformément au tableau 4 ou propre à un véhicule donné conformément à l'annexe 5) et de la charge d'essai de la roue telle que définie au paragraphe 3.1.14 (*WLt*c*) est le plus élevé doit être choisi comme véhicule de base de la famille d'émissions de freinage.

Le produit du coefficient correspondant à la part du freinage à friction et de la charge d'essai de la roue ne doit servir qu'à déterminer le véhicule de base de la famille d'émissions de freinage. Il ne doit pas être utilisé comme paramètre d'entrée dans le cadre de l'essai de mesure des émissions provenant du dispositif de freinage.

Le tableau 4 indique le coefficient correspondant à la part du freinage à friction pour chaque type d'électrification visé par le présent Règlement. Si le produit de la charge d'essai de la roue et du coefficient correspondant à la part du freinage à friction est le même pour deux véhicules ou plus de la même famille d'émissions de freinage, le constructeur doit choisir le véhicule ayant le rayon de roulement dynamique du pneumatique le plus faible comme véhicule de base.

À la demande du constructeur, la charge par roue du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage peut être augmentée de manière à tenir compte des augmentations de la charge de la roue ou des incertitudes liées à la charge de la roue s'agissant des futurs véhicules du même type ou des variances du coefficient correspondant à la part du freinage à friction. Le frein doit ensuite être mis à l'essai sur le banc d'essai pour composants du système de freinage moyennant l'application de cette charge de la roue accrue. La charge d'essai de la roue multipliée par le coefficient correspondant à la part du freinage à friction de tout membre de la famille d'émissions de freinage ne doit pas être supérieure à 10 % de la valeur du produit obtenue pour le véhicule de base. Cette valeur majorée sera utilisée comme nouvelle valeur de référence s'agissant du véhicule de base.

Tableau 4

Coefficients correspondant à la part du freinage à friction pour tous les types d'électrification

Type de freinage	Type d'électrification	Coefficient correspondant à la part du freinage à friction (c_{fix})
Freinage exclusivement à friction	Véhicules à moteur à combustion interne et autres types d'électrification non couverts par les catégories de freinage sans friction du présent tableau	1,0
Freinage sans friction (*)	VEH-NRE de catégorie 0 (**)	0,90
	VEH-NRE de catégorie 1	0,72
	VEH-NRE de catégorie 2	0,52
	VEH-RE	0,34
	VEP	0,17

(*) *Note* : Les laboratoires peuvent utiliser des coefficients spécifiques correspondant à la part du freinage à friction mesurés et calculés conformément à l'annexe 5 du présent Règlement, sauf pour ce qui est des VEH-NRE de catégorie 0.

(**) *Note* : Aux fins du présent tableau, les VHPC-NRE et les VHPC-RE sont considérés comme des VEH-NRE de catégorie 0 du point de vue du type d'électrification.

7.2.3 Essais relatifs à une famille d'émissions de freinage

Qu'il s'agisse d'un système de freinage d'origine ou de rechange d'origine, on doit le mettre à l'essai sur le banc d'essai en appliquant la charge d'essai de la roue, telle que décrite au paragraphe 8.1 de l'annexe 4, correspondant au véhicule de base de la famille d'émissions de freinage.

Les pièces d'origine et de rechange d'origine (disques, plaquettes, tambours, mâchoires) doivent être mises à l'essai sur le banc d'essai en association avec la pièce d'origine correspondante (par exemple, on doit utiliser une plaquette de frein d'origine pour éprouver un disque de rechange). La charge d'essai de la roue, telle que décrite au paragraphe 8.1 de l'annexe 4, correspondant au véhicule de base de la famille d'émissions de freinage doit être appliquée.

Les coefficients finals d'émission de matières particulaires et d'émissions en nombre de particules du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage sont calculés par multiplication des émissions de référence de matières particulaires et en nombre de particules du frein soumis à l'essai par le coefficient correspondant à la part du freinage à friction du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage, comme décrit respectivement aux paragraphes 12.1.5 et 12.2.4 de l'annexe 4.

7.3 Prescriptions relatives aux arrondis

Aux fins de leur traitement, toutes les données doivent comporter au moins six chiffres significatifs. Dans le cas contraire, tous les chiffres significatifs disponibles doivent être conservés. Il n'est pas permis d'arrondir les résultats intermédiaires. Les valeurs finales d'un paramètre donné peuvent être arrondies au nombre de chiffres significatifs nécessaires pour respecter le nombre de décimales défini pour ce paramètre à la section 13 de l'annexe 4. Les critères d'arrondi se fondent sur les éléments suivants :

a) La résolution de la valeur ne peut pas dépasser son incertitude de mesure ;

b) S'il existe une valeur cible (par exemple, la vitesse du véhicule, le taux de décélération, la durée de l'événement), il convient d'indiquer la valeur réelle avec une décimale de plus que la valeur cible ;

c) Si le système de mesure est utilisé pour évaluer des résultats avec une spécification bilatérale (par exemple, ±1 °C, ±1 kPa), la résolution doit être égale à 1/20 de l'intervalle de spécification par défaut ou meilleure. Dans le cas d'une spécification unilatérale (par exemple, non-conformités de la vitesse ≤ 3 %), la résolution doit être inférieure à 1/10 de l'intervalle de spécification ou meilleure ;

d) Les valeurs issues d'un calcul (par exemple, concentration ambiante de particules, coefficients d'émission, moyennes) doivent être rapportées avec une décimale de plus que les valeurs des alinéas a) et b) du présent paragraphe.

7.4 Prescriptions en matière de filtrage des signaux

L'acquisition et l'enregistrement des données, ainsi que chaque étape d'évaluation impliquant un sous-échantillonnage vers une fréquence d'acquisition ou d'enregistrement plus faible nécessitent un filtrage du signal de manière à satisfaire au théorème d'échantillonnage de Nyquist-Shannon. Un filtre du second ordre dont la fréquence de coupure est comprise entre 25 % et 50 % de la fréquence d'échantillonnage ou d'enregistrement inférieure est considéré comme satisfaisant à ce critère et permet d'éviter un lissage involontaire du signal.

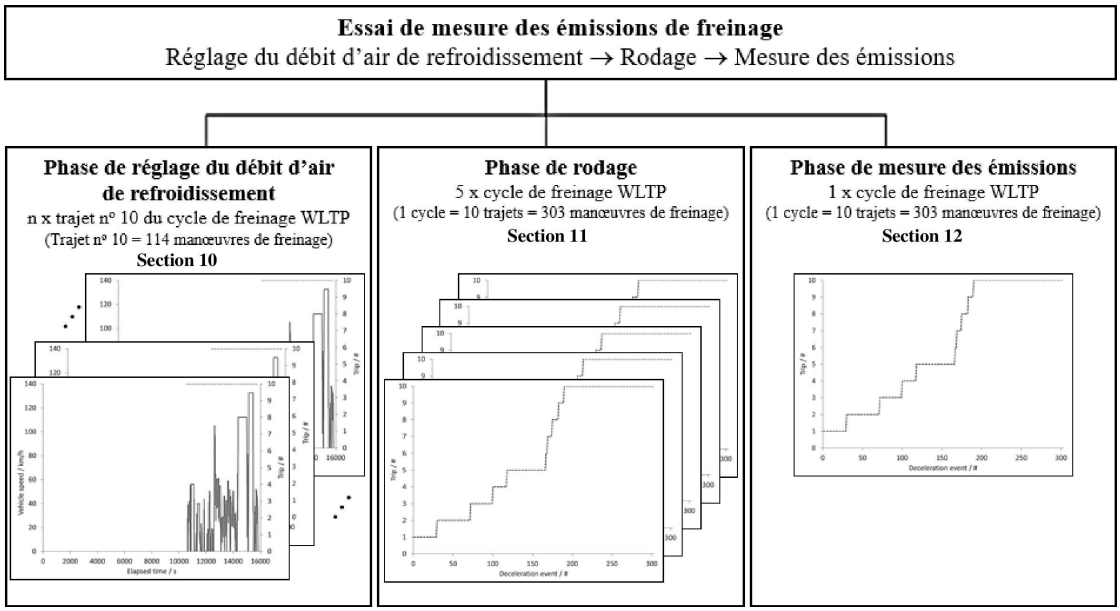
8. Aperçu général

8.1 Phases de l'essai

Un essai de mesure des émissions de freinage se déroule en trois phases dont chacune comprend un ou plusieurs trajets assortis d'une série d'événements. Les principaux événements qui font intervenir les freins et produisent ainsi des émissions sont les décélérations. La figure 2 présente un aperçu schématique d'un essai de mesure des émissions de freinage.

Figure 2

Schéma des essais de mesure des émissions de freinage pour les véhicules équipés d'un système de freinage exclusivement à friction



Les trois phases de l'essai de mesure des émissions de freinage sont les suivantes :

a) Réglage du débit d'air de refroidissement du frein. Cette phase est réalisée sur le trajet nº 10 du cycle de freinage WLTP ; elle est décrite en détail à la section 10 de l'annexe 4 ;

b) Rodage du frein. Pour cette phase, décrite en détail à la section 11 de l'annexe 4, le cycle de freinage WLTP est répété cinq fois, avec de nouvelles pièces de frein ;

c) Mesure des émissions de freinage. Pour cette phase, décrite en détail à la section 12 de l'annexe 4, le cycle de freinage WLTP est effectué une fois.

8.2 Étapes de la procédure d'essai

Pour réaliser correctement l'essai de mesure des émissions de freinage, le laboratoire doit suivre les étapes ci-après et en consigner l'exécution :

a) S'assurer que le système d'essai satisfait aux prescriptions définies à la section 7 de l'annexe 4 s'agissant de sa configuration, du débit d'air de refroidissement, de la température et du contrôle de l'humidité, des capacités du banc dynamométrique et de la conception du carter du frein, du tunnel de prélèvement et du plan de prélèvement ;

b) Satisfaire à toutes les prescriptions définies à la section 8 de l'annexe 4 concernant la préparation de l'essai, notamment le calcul et l'application des bons paramètres d'entrée, la configuration d'essai, la mesure de la température du frein et le positionnement du frein dans le carter ;

c) Être en mesure de réaliser le cycle de freinage WLTP conformément à la section 9 de l'annexe 4 et effectuer des contrôles de qualité donnant des résultats satisfaisants ;

d) Procéder au réglage du débit d'air de refroidissement du frein comme défini à la section 10 de l'annexe 4 ;

e) Effectuer le rodage du frein tel que défini à la section 11 de l'annexe 4 ;

f) Appliquer toutes les dispositions de la section 12 de l'annexe 4 concernant la mesure des émissions de freinage, y compris la masse de matières particulaires, le nombre de particules et la perte de masse du matériel de freinage d'usure ;

g) Consigner les résultats de l'essai conformément à la section 13 de l'annexe 4 ;

h) Se conformer aux dispositions de la section 14 de l'annexe 4 relatives aux prescriptions minimales d'étalonnage et aux évaluations périodiques de l'appareillage et de la configuration utilisés.

9. Modification et extension de l'homologation de type

9.1 Toute modification du type de véhicule en ce qui concerne les émissions de freinage et toute inclusion d'un type d'électrification ou d'une famille d'interpolation dans une homologation existante doit être signalée à l'autorité qui a homologué le type visé. Celle-ci peut alors :

9.1.1 Soit considérer que les modifications apportées restent dans les limites des familles d'émissions de freinage homologuées ou qu'elles ne risquent pas d'avoir de conséquences néfastes notables sur les valeurs visées par l'homologation, auquel cas l'homologation initiale restera valable pour le type de véhicule modifié ;

9.1.2 Soit demander au service technique chargé des essais d'établir un nouveau procès-verbal d'essai.

9.1.3 En cas d'inclusion d'un type d'électrification ou d'une famille d'interpolation, une démonstration de conformité conforme au paragraphe 7.1.2 doit être fournie et consignée conformément à l'appendice 3 de l'annexe 1.

9.2 Il convient de communiquer aux Parties contractantes à l'Accord appliquant le présent Règlement la délivrance ou le refus de l'extension, avec l'indication des modifications, suivant la procédure indiquée au paragraphe 5.3 ci-dessus.

9.3 L'autorité d'homologation de type ayant délivré l'extension doit lui attribuer un numéro de série et en informer les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 2.

9.4 Extension d'une homologation

Une homologation de type existante peut être étendue par l'ajout de nouveaux modèles de véhicule. Dans ce cas, les véhicules ajoutés doivent également satisfaire aux prescriptions du paragraphe 9.1. Il se peut alors que l'autorité d'homologation de type doive procéder à un examen complémentaire (par exemple, si différents coefficients correspondant à la part du freinage à friction s'appliquent).

10. Conformité de la production

Les procédures de contrôle de la conformité de la production doivent correspondre à celles qui sont énoncées à l'annexe 1 de l'Accord de 1958 (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.3) et satisfaire aux prescriptions ci-après.

Aux fins du contrôle du respect par le constructeur de la conformité de la production des systèmes de freinage, des échantillons issus des familles d'émissions de freinage doivent être prélevés sur la série de production conformément au paragraphe 10.1 et soumis à des essais conformément au paragraphe 10.2. La conformité du type de véhicule doit alors être évaluée conformément au paragraphe 10.3.

10.1 Fréquence des essais de mesure des émissions de freinage sur banc d'essai pour composants aux fins de la vérification de la conformité de la production

Une fois tous les 12 mois, il convient d'effectuer une vérification de la conformité de la production conformément aux étapes ci-après et à la procédure statistique décrite au paragraphe 10.4 :

a) Une fois tous les 12 mois, au moins un échantillon et au maximum quatre échantillons de chaque famille d'émissions de freinage (essieu avant et essieu arrière) doivent être choisis au hasard et mis à l'essai selon les réglages utilisés lors de l'homologation de type pour le véhicule de base de la famille sur un cycle de freinage WLTP effectué sur le banc d'essai pour composants ;

b) Une fois tous les 12 mois, au moins une évaluation et au maximum quatre évaluations de la conformité de la production doivent être effectuées conformément au paragraphe 10.3 et compte tenu des émissions de freinage visées à l'alinéa a) pour la combinaison de frein d'essieu avant et de frein d'essieu arrière.

Aux fins du paragraphe 10.3, les résultats des essais de mesure des émissions des composants des freins avant et arrière échantillonnés et mis à l'essai conformément à l'alinéa a) peuvent être utilisés pendant 12 mois dans différentes combinaisons pour plusieurs types de véhicule.

10.2 Mesure des émissions de freinage sur le banc d'essai pour composants

Les essais de conformité de la production portant sur les véhicules de base des familles d'émissions de freinage (définis lors de l'homologation de type) doivent être effectués sur un banc d'essai pour composants dans des conditions de freinage exclusivement à friction, avec mesure des émissions de PM_{10} et détermination du SPN10. Les essais de conformité de la production doivent être réalisés conformément aux étapes ci-après de la procédure d'essai d'homologation, moyennant deux autres répétitions des mesures d'émissions après le rodage, de manière à réduire les incertitudes de mesure et les variations d'un laboratoire à l'autre :

a) Phase de réglage du refroidissement conformément aux données de l'homologation de type du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage ; lors des essais de conformité de la production, aucun changement de composants de frein n'est permis entre la phase de réglage du refroidissement et la phase de rodage ;

b) Phase de rodage (cinq répétitions du cycle de freinage WLTP) ;

c) Phase de mesure des émissions (trois répétitions du cycle de freinage WLTP).

Une fois les trois essais d'émission terminés, les résultats obtenus pour les mesures de PM_{10} des véhicules de base de chacune des familles d'émissions de freinage doivent être représentés par une moyenne arithmétique, et ces résultats doivent être utilisés pour l'évaluation de la conformité de la production décrite au paragraphe 10.3.

Le SPN10 ne doit être mesuré au cours des trois essais d'émission qu'à des fins de déclaration tant qu'aucune limite n'est établie.

10.3 Évaluation de la conformité de la production

La production doit être réputée conforme si la procédure de vérification décrite au paragraphe 7.1.2 est menée à bien, compte tenu des coefficients d'émission de référence des véhicules de base des familles d'émissions de freinage (essieu avant et essieu arrière) mesurés au paragraphe 10.2.

Si la vérification susmentionnée échoue, un autre échantillon issu des deux familles d'émissions de freinage en question doit être choisi au hasard et mis à l'essai dans les mêmes conditions que celles indiquées à l'alinéa a) du paragraphe 10.1 ; ce nouvel échantillon est alors soumis à une nouvelle procédure de vérification, telle que décrite ci-dessus, dont le résultat est pris en compte dans la procédure statistique décrite au paragraphe 10.4.

10.4 Évaluation statistique des échantillons utilisés aux fins de l'évaluation de la conformité de la production

La décision dépend de la taille cumulée de l'échantillon «n» et des comptages de résultats acceptés et rejetés «a» et «r». Les échantillons doivent provenir de lots différents. Pour prendre la décision d'acceptation ou de rejet d'un échantillon, on doit s'appuyer sur le diagramme de décision figurant dans le tableau 5a. Le tableau indique la décision à prendre pour une taille cumulée d'échantillon donnée «n» et un nombre de résultats rejetés «r».

Deux décisions sont possibles pour une procédure statistique concernant le type de véhicule et la valeur des émissions de freinage de l'ensemble du véhicule (pour les deux familles d'émissions de freinage, à savoir essieu avant et essieu arrière) :

a) Une décision d'acceptation de l'échantillon est prise si le tableau 5a donne un résultat «ACCEPTÉ» pour la taille cumulée actuelle de l'échantillon «n» et le nombre de résultats rejetés «r» ;

b) Une décision de rejet de l'échantillon est prise si le tableau 5a donne un résultat «REJETÉ» pour la taille cumulée actuelle de l'échantillon «n» et le nombre de résultats rejetés «r».

Si aucune décision n'est prise (IND = indécis), la procédure statistique reste ouverte et d'autres résultats doivent y être intégrés jusqu'à ce qu'une décision puisse être prise.

Pour la phase I, jusqu'au 31 décembre 2029, seules les mesures de PM_{10} doivent être évaluées conformément au tableau 5a. Si les essais de conformité de la production sont effectués par l'autorité d'homologation, dans le cas où n = 2 et r = 2, l'autorité d'homologation doit mettre les échantillons suivants à l'essai dans un autre laboratoire. À la demande du constructeur et en accord avec l'autorité d'homologation, dans le cas où n = 2 et r = 2, les essais restants doivent être effectués dans le même laboratoire que celui utilisé pour l'homologation de type, sous la supervision du service technique ou de l'autorité d'homologation de type.

Tableau 5a

Tableau décisionnel pour les décisions d'acceptation ou de rejet

Nombre de résultats rejetés r	3			REJETÉ	REJETÉ
	2		IND	IND	ACCEPTÉ
	1	IND	ACCEPTÉ	ACCEPTÉ	ACCEPTÉ
	0	ACCEPTÉ	ACCEPTÉ	ACCEPTÉ	ACCEPTÉ
		1	2	3	4
		n			

n = taille cumulée de l'échantillon (combinaison des émissions des composants des freins avant et arrière = «émissions de freinage de l'ensemble du véhicule»)

À compter du 1er janvier 2030, les mesures de PM_{10} et le SPN10 doivent être évalués conformément au tableau 5 b. Au cours de la phase II, si les émissions de PM_{10} d'un échantillon n dépassent la limite réglementaire de plus de 2,0 mg/km, l'évaluation de la conformité de la production doit être considérée comme non conforme sans qu'il soit nécessaire de procéder à un nouvel échantillonnage et à de nouveaux essais.

Tableau 5 b

Tableau décisionnel pour les décisions d'acceptation ou de rejet

[Réservé]

11. Sanctions pour non-conformité de la production

11.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule au titre du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions énoncées à la section 10 dudit Règlement ne sont pas satisfaites.

11.2 Si une Partie contractante à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant ledit Règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle visé à l'annexe 2 dudit Règlement.

12. Arrêt définitif de la production

12.1 Si le titulaire d'une homologation arrête définitivement la production d'un type de véhicule homologué au titre du présent Règlement, il doit en informer l'autorité qui a délivré l'homologation. À la réception de la communication y relative, cette autorité doit en informer les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement au moyen d'une copie de la fiche de communication conforme au modèle visé à l'annexe 2.

13. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation de type

13.1 Les Parties contractantes à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement doivent communiquer au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et ceux des autorités qui délivrent les homologations et auxquelles doivent être envoyées les fiches de communication concernant la délivrance, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation établies dans les autres pays.

14. Dispositions spéciales

14.1 Dispositions applicables aux véhicules à usage spécial

14.1.1 Dispositions applicables aux véhicules blindés

L'autorité d'homologation de type peut accorder des homologations de type aux véhicules blindés tels que définis au paragraphe 2.5.2 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) en les assortissant d'une ou plusieurs exemptions aux prescriptions du présent Règlement, si le constructeur démontre que le véhicule ne peut pas satisfaire aux prescriptions en raison de son usage spécial.

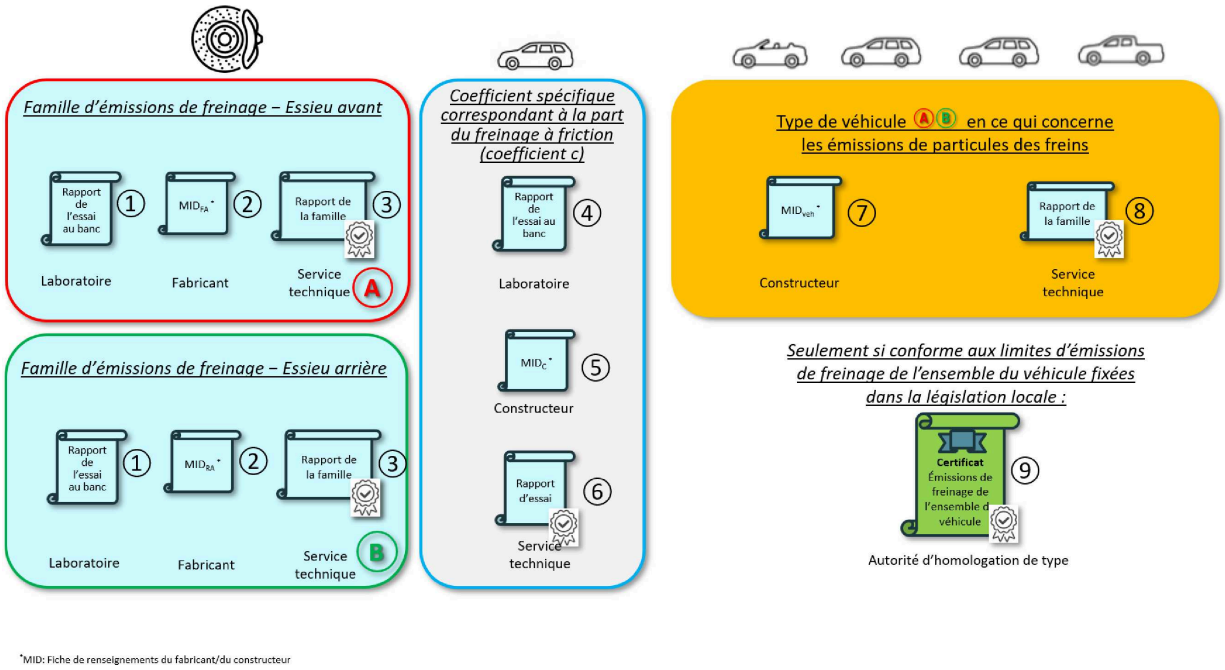
14.2 Le type de véhicule à usage spécial et les exemptions accordées doivent être décrits dans le certificat d'homologation de type, conformément à l'annexe 2 du présent Règlement.

ANNEXE 1

Fiche de renseignements

Figure A1/1

Vue d'ensemble des différents procès-verbaux au cours de l'homologation en ce qui concerne les émissions de freinage pour référence et orientation uniquement



*MID: Fiche de renseignements du fabricant/du constructeur

Paramètres d'entrée

Les paramètres figurant dans la fiche de renseignements doivent être exprimés au moyen des unités et du nombre de décimales appropriés, conformément au tableau 1.

Tableau 1

Paramètres de la fiche de renseignements

Paragraphe	Paramètres	Unité	Décimale
8.13.4.1.1.1	Répartition de la force de freinage	%	1
8.13.4.2.2	Émissions de particules de frein	mg/km	3
8.13.4.2.1	Coefficient correspondant à la part du freinage à friction	-	2
8.13.2.4.2	Diamètre du disque	mm	0
8.13.3.5	Diamètre du tambour	mm	0
8.13.2.6.5	Diamètre du piston	mm	2
8.13.2.4.1	Masse du disque	g	0
8.13.3.4	Masse du tambour	g	0
8.13.4.1.1.2	Charge nominale de la roue	kg	3
8.13.2.6.4	Nombre de pistons – étrier	-	0
8.13.2.7.3	Taille de la plaquette de frein	cm^2	1
8.13.3.7.4	Taille de la mâchoire de frein	cm^2	1
8.13.2.4.3	Épaisseur du disque	mm	0

Fiche de renseignements

Procès-verbal ⑦ de la figure A1/1 du présent Règlement.

MODÈLE DE FICHE DE RENSEIGNEMENTS N° .....

0	GÉNÉRAL
0.1	Marque (raison sociale du constructeur) : .....
0.2	Type : .....
0.2.1	Nom commercial/noms commerciaux (si disponible) : .....
0.2.3	Identifiants de la famille :
0.2.3.14	Type de véhicule en ce qui concerne les émissions de freinage : .....
0.2.3.15	Famille(s) d'émissions de freinage – essieu avant : .....
0.2.3.16	Famille(s) d'émissions de freinage – essieu arrière : .....
0.2.3.17	Coefficient(s) correspondant à la part du freinage à friction (fixe(s) ou identifiant du procès-verbal) : .....
0.4	Catégorie de véhicule (c) : .....
0.4.1	Type(s) d'électrification du véhicule (MCI, VHPC-NRE, VHPC-RE, PEV, FCEV) :...
0.5	Nom et adresse du constructeur
0.8	Nom(s) et adresse(s) du ou des ateliers de montage : .....
0.9	Nom et adresse du représentant du constructeur (le cas échéant) : .....
1	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE CONSTRUCTION
1.1	Photos et/ou dessins d'un véhicule représentatif/d'un composant représentatif/d'une entité technique représentative[1)] : .....
1.3	Nombre de roues : .....
1.3.3	Essieux moteurs (nombre, emplacement et mode d'interconnexion) : .....
2	MASSES ET DIMENSIONS f), g), 7)
	(en kg et mm) (Se reporter aux dessins le cas échéant)
2.6	Masse en ordre de marche h)
	a) maximale et minimale pour chaque variante : .....
2.6.1	Répartition de cette masse entre les essieux (masse maximale et masse minimale pour chaque variante) : .....
2.6.3	Masse en rotation : 3 % de la somme de la masse en ordre de marche et de 25 kg ou valeur, par essieu (en kg) : .....
2.8	Masse en charge maximale techniquement admissible déclarée par le constructeur i) 3) : .....

3	CONVERTISSEUR DE L'ÉNERGIE DE PROPULSION k) (le cas échéant, remplir pour chaque type d'électrification)
3.1	Fabricant du ou des convertisseurs de propulsion : ……
3.1.1	Code fabricant (inscrit sur le convertisseur de propulsion, ou autres moyens d'identification) : ……
3.2	Moteur à combustion interne
3.2.1.1	Principe de fonctionnement : allumage commandé/allumage par compression/bicarburant[1)] Cycle : quatre-temps/deux-temps/rotatif[1)]
3.2.1.2	Nombre et disposition des cylindres : ……
3.2.1.3	Cylindrée théorique m) : ……cm^3
3.2.1.4	Taux de compression volumétrique 2) : ……
3.2.1.8	Puissance nominale du moteur n) : ……kW à …… min-1 (valeur déclarée par le constructeur)
3.2.1.10	Couple net maximal n) : …… Nm à …… min-1 (valeur déclarée par le constructeur)
3.2.2	Carburant
3.2.2.1	Gazole/essence/GPL/GN ou biométhane/éthanol (E85)/biogazole/hydrogène[1), 6)]
3.2.4.3.4.1	Marque et type du module de gestion électronique : ……
3.2.4.3.4.1.1	Version logicielle du module de gestion électronique : ……
3.3	Chaîne de traction électrique (pour les VEP uniquement)
3.3.1	Description générale de la chaîne de traction électrique
3.3.1.1	Marque : ……
3.3.1.2	Type : ……
3.3.1.3	Utilisation[1)] : moteur unique/moteurs multiples (nombre) : ……
3.3.1.4	Disposition de la boîte de vitesses : longitudinale/transversale/autre (préciser) : ……
3.3.1.5	Tension d'essai : ……V
3.3.1.6	Régime moteur nominal : …… min-1
3.3.1.9	Puissance maximale : ……kW
3.3.2	SRSEE de traction
3.3.2.1	Marque de fabrique ou de commerce du SRSEE : ……
3.3.2.2	Type de couple électrochimique : ……
3.3.2.3	Tension nominale : ……V
3.3.2.5.1	Énergie du SRSEE : …… kWh

3.3.2.5.2	Capacité du SRSEE : ..... Ah en 2 h
3.3.2.5.3	Tension en fin de décharge : V
3.3.2.8	Nombre d'éléments : .....
3.3.2.11	Module de commande du système de gestion de la batterie
3.3.2.11.1	Marque : .....
3.3.2.11.2	Type : .....
3.3.2.11.3	Numéro d'identification : .....
3.3.3	Moteur électrique
3.3.3.1	Principe de fonctionnement :
3.3.3.1.1	Courant continu/courant alternatif[1)]/nombre de phases : .....
3.3.3.1.2	À excitation séparée/série/composé[1)]
3.3.3.1.3	Synchrone/asynchrone[1)]
3.3.3.1.4	Rotor bobiné/à aimants permanents/à boîtier[1)]
3.3.3.1.5	Nombre de pôles du moteur : .....
3.3.3.2	Masse inertielle : .....
3.3.4	Commande de puissance
3.3.4.1	Marque : .....
3.3.4.2	Type : .....
3.3.4.2.1	Numéro d'identification : .....
3.3.4.3	Principe de contrôle : vectorielle/circuit ouvert/circuit fermé/autre (à préciser)[1)] : .....
3.4	Combinaisons de convertisseurs de propulsion
3.4.1	Véhicule électrique hybride : oui/non[1)]
3.4.2	Catégorie de véhicule électrique hybride : rechargeable de l'extérieur (RE)/non rechargeable de l'extérieur (NRE)[1)] :
3.4.3	Commutateur de mode de fonctionnement : avec/sans[1)]
3.4.3.1	Modes de fonctionnement sélectionnables
3.4.3.1.1	Mode uniquement électrique : oui/non[1)]
3.4.3.1.2	Mode uniquement thermique : oui/non[1)]
3.4.3.1.3	Modes hybrides : oui/non[1)]
	(si oui, brève description) : .....

3.4.4	Description du dispositif de stockage d'énergie : (SRSEE, condensateur, volant/générateur)
3.4.4.1	Marque(s) : ……
3.4.4.2	Type(s) : ……
3.4.4.3	Numéro d'identification : ……
3.4.4.4	Type de couple électrochimique : ……
3.4.4.5	Énergie : …… (pour un SRSEE : tension et capacité Ah en 2 h ; pour un condensateur : J, ……)
3.4.4.6	Chargeur : embarqué/extérieur/sans[1)]
3.4.4.8	Module de commande du système de gestion de la batterie
3.4.4.8.1	Marque : ……
3.4.4.8.2	Type : ……
3.4.4.8.3	Numéro d'identification : ……
3.4.5	Machine électrique (décrire séparément chaque type de machine électrique)
3.4.5.1	Marque : ……
3.4.5.2	Type : ……
3.4.5.3	Utilisation principale : moteur de traction/générateur[1)]
3.4.5.3.1	En cas d'utilisation comme moteur de traction : moteur unique/moteurs multiples (nombre)[1)] : ……
3.4.5.4	Puissance maximale : ……kW
3.4.5.5	Principe de fonctionnement
3.4.5.5.5.1	Courant continu/courant alternatif/nombre de phases : ……
3.4.5.5.2	À excitation séparée/série/composé[1)]
3.4.5.5.3	Synchrone/asynchrone[1)]
3.4.6	Module de commande
3.4.6.1	Marque(s) : ……
3.4.6.2	Type(s) : ……
3.4.6.3	Numéro d'identification : ……
3.4.7	Commande de puissance
3.4.7.1	Marque : ……
3.4.7.2	Type : ……

3.4.7.3	Numéro d'identification : ……
3.4.10	VHPC : oui/non[1)]
3.4.10.1	Type de pile à combustible
3.4.10.1.2	Marque : ……
3.4.10.1.3	Type : ……
3.4.10.1.4	Tension nominale (V) : ……
3.4.10.2	Description du système (principe de fonctionnement de la pile à combustible, schéma, etc.) : ……
3.4.11	Convertisseurs d'énergie électrique
3.4.11.1	Convertisseur d'énergie électrique entre la machine électrique et le SRSEE de traction
3.4.11.1.1	Marque : ……
3.4.11.1.2	Type : ……
3.4.11.1.3	Puissance nominale déclarée :… W
3.4.11.2	Convertisseur d'énergie électrique entre le SRSEE de traction et l'alimentation à basse tension
3.4.11.2.1	Marque : ……
3.4.11.2.2	Type : ……
3.4.11.2.3	Puissance nominale déclarée :… W
3.4.11.3	Convertisseur d'énergie électrique entre le module de recharge sur secteur et le SRSEE de traction
3.4.11.3.1	Marque : ……
3.4.11.3.2	Type : ……
3.4.11.3.3	Puissance nominale déclarée :… W
4	TRANSMISSION p)
4.4	Embrayage(s)
4.4.1	Type : ……
4.5	Boîte de vitesses
4.5.1	Type (manuelle/automatique/transmission à variation continue (TVC))[1)]
4.5.1.5	Nombre d'embrayages : ……

4.6 Rapports de démultiplication

Rapport Rapport interne de boîte de vitesses (rapport entre le régime du moteur et la vitesse de rotation de l'arbre de sortie)

Rapport(s) de pont (rapport entre la vitesse de rotation de l'arbre de sortie et celle des roues motrices)

Rapport global de démultiplication

Maximum pour les TVC 1

2

3

……

Minimum pour les TVC

4.6.1 Changement de rapport (sans objet dans le cas des boîtes de vitesses automatiques)

4.6.1.1 Premier rapport exclu : oui/non[1)]

4.6.1.2 n_95_high pour chaque rapport : …… min-1

4.6.1.3 nmin_drive

4.6.1.3.1 1er rapport : …… min-1

4.6.1.3.2 1er rapport au 2e : …… min-1

4.6.1.3.3 2e rapport à l'arrêt : …… min-1

4.6.1.3.4 2e rapport : …… min-1

4.6.1.3.5 3e rapport et au-delà : …… min-1

4.6.1.4 n_min_drive_set pour les phases d'accélération/de vitesse constante (n_min_drive_up) : …… min-1

4.6.1.5 n_min_drive_set pour les phases de décélération (nmin_drive_down) :

4.6.1.6 période initiale

4.6.1.6.1 t_start_phase : ……s

4.6.1.6.2 n_min_drive_start : …… min-1

4.6.1.6.3 n_min_drive_up_start : …… min-1

4.6.1.7 Utilisation du coefficient ASM : oui/non[1)]

4.6.1.7.1 Valeurs de l'ASM : …… à …… min-1

4.7 Vitesse maximale par construction du véhicule (en km/h) q) : ……

6	SUSPENSION
6.6	Pneumatiques et roues
6.6.1	Combinaison(s) pneumatique/roue
6.6.1.1	Essieux
6.6.1.1.1	Essieu 1 : .....
6.6.1.1.1.1	Désignation des dimensions du pneumatique
6.6.1.1.2	Essieu 2 : .....
6.6.1.1.2.1	Désignation des dimensions du pneumatique, etc.
6.6.2	Limites supérieure et inférieure des rayons de roulement
6.6.2.1	Essieu 1 : .....
6.6.2.2	Essieu 2 : .....
6.6.3	Pression(s) des pneumatiques recommandée(s) par le constructeur du véhicule : .....kPa
8.13	FREIN À FRICTION
8.13.1	Dispositif de freinage
8.13.1.1	Type de dispositif de freinage (famille(s) d'émissions de freinage (essieu avant et essieu arrière) et coefficient correspondant à la part du freinage à friction) : .....
8.13.1.2	Disque/tambour de l'essieu avant
8.13.1.3	Disque/tambour de l'essieu arrière
8.13.2	Disque(s)
8.13.2.1	Type de disque(s) (identification) : .....
8.13.2.2	Construction du ou des disques (plein, ventilé, unique, double) : .....
8.13.2.3	Marque du ou des disques : .....
8.13.2.4	Masse et dimensions du ou des disques
8.13.2.4.1	Masse du ou des disques : .....[g]
8.13.2.4.2	Diamètre du ou des disques : .....[mm]
8.13.2.4.3	Épaisseur du ou des disques : .....[mm]
8.13.2.5	Surface de frottement du ou des disques
8.13.2.5.1	Formulation du matériau de la ou des surfaces de frottement (par exemple, code du matériau) : .....

8.13.2.5.2 Revêtement : (oui/non) .....

8.13.2.5.2.1 Type de revêtement : .....

8.13.2.6 Étrier(s)

8.13.2.6.1 Type d'étrier(s) (identification) : .....

8.13.2.6.2 Conception du ou des étriers (flottants ou fixes) : .....

8.13.2.6.3 Marque du ou des étriers : .....

8.13.2.6.4 Nombre de pistons : .....

8.13.2.6.5 Diamètre des pistons : .....

8.13.2.6.6 Type d'éléments de rétraction : .....

8.13.2.7 Plaquette(s) de frein

8.13.2.7.1 Type de plaquette(s) de frein (identification) : .....

8.13.2.7.2 Marque de la ou des plaquettes de frein : .....

8.13.2.7.3 Taille de la ou des plaquettes de frein : .....[cm^2]

8.13.2.7.4 Forme de la ou des plaquettes de frein (par exemple, dessin) : .....

8.13.2.7.5 Surface de frottement de la ou des plaquettes de frein :...

8.13.2.7.6 Formulation du matériau de la ou des plaquettes de frein (par exemple, code du matériau) : .....

8.13.2.7.7 Plateau de frein : .....

8.13.3 Tambour(s) de frein

8.13.3.1 Type de tambour(s) (identification) : .....

8.13.3.2 Construction du ou des tambours (un ou deux cylindres) : .....

8.13.3.3 Marque du ou des tambours : .....

8.13.3.4 Masse du ou des tambours : .....[g]

8.13.3.5 Diamètre du tambour : .....[mm]

8.13.3.6 Surface de frottement du ou des disques

8.13.3.6.1 Formulation du matériau du ou des disques (par exemple, code du matériau) : .....

8.13.3.7 Mâchoire(s) de frein

8.13.3.7.1 Type de mâchoire(s) de frein (identification) : .....

8.13.3.7.2 Construction de la ou des mâchoires de frein : .....

8.13.3.7.3 Marque de la ou des mâchoires de frein : .....

8.13.3.7.4 Taille de la ou des mâchoires de frein : ..... [cm^2]

8.13.3.7.5 Conception de la ou des mâchoires de frein (par exemple, dessin) : .....

8.13.3.7.6 Surface de frottement de la ou des mâchoires de frein

8.13.3.7.7 Formulation du matériau de la ou des mâchoires de frein (par exemple, code du matériau) : .....

8.13.3.7.8 Plateau de frein : .....

8.13.4 Valeurs déclarées par le fabricant

8.13.4.1 Paramètres d'essai

8.13.4.1.1 Paramètre de l'essai relatif aux émissions de particules (pour chaque famille d'émissions de freinage)

8.13.4.1.1.1 Répartition de la force de freinage : .....

8.13.4.1.1.2 Charge nominale de la roue : .....

8.13.4.1.2 Paramètres du véhicule d'essai pour la mesure du coefficient correspondant à la part du freinage à friction (le cas échéant).

Véhicule	Véhicule d'essai	Véhicule représentatif (uniquement pour la famille de matrices de résistance à l'avancement sur route*)	Valeurs par défaut
Type de carrosserie			
Méthode de détermination de la résistance à l'avancement sur route (mesure ou calcul par famille de résistance à l'avancement sur route)		—	
Marque et type de pneumatiques, en cas de mesure			
Dimensions des pneumatiques (avant/arrière), en cas de mesure			
Résistance au roulement des pneumatiques (avant/arrière) (kg/t)			
Pression des pneumatiques (avant/arrière) (kPa), en cas de mesure			
Masse d'essai du véhicule (kg)			
Masse en ordre de marche (kg)		—	—
Masse maximale techniquement admissible en charge (kg)		—	—
f_0 (N)			
f_1 (N/(km/h))			
f_2 (N/(km/h)^2)			
Surface frontale en m^2 (0,000 m^2)	—		
Demande d'énergie sur le cycle (J)			

8.13.4.2 Valeur(s) déclarée(s) par le constructeur

8.13.4.2.1 Valeur déclarée par le constructeur pour le coefficient correspondant à la part du freinage à friction (le cas échéant) : .....

8.13.4.2.2 Valeur déclarée par le constructeur pour les émissions de particules : .....

12 DIVERS

12.10 Dispositifs ou systèmes à mode sélectionnable, qui ont une incidence sur les émissions de CO_2, la consommation de carburant, la consommation d'énergie électrique et/ou les émissions de référence et qui n'ont pas de mode prépondérant : oui/non[1)]

12.10.4 Essai du coefficient c (le cas échéant) (à indiquer pour chaque dispositif ou système)

12.10.4.1 Mode le plus défavorable : ..... (référence au document pour certaines fonctions de freinage ayant une incidence sur le coefficient correspondant à la part du freinage à friction)

Annexe 1 – Appendice 1

Procès-verbal d'essai relatif à la famille d'émissions de freinage (à établir pour l'essieu avant et pour l'essieu arrière)

Procès-verbal ③ de la figure A1/1 du présent Règlement.

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Procès-verbal d'essai relatif à la famille d'émissions de freinage

Règlement ONU n° 179

Dernière modification apportée par :

Demandeur	:	
Fabricant	:	
Objet	:	
Identifiant(s) de la famille d'émissions de freinage	:	
Identifiant de l'essai	:	

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Généralités		
Masse d'essai du véhicule [kg]	:	
Coefficient correspondant à la part du freinage à friction	:	
Essieu	:	
Orientation du frein	:	
Répartition de la force de freinage [%]	:	
Modèle de support	:	
Code d'identification du disque ou du tambour	:	
Code d'identification du matériau de friction	:	
Charge nominale de la roue [kg]	:	
Charge d'essai de la roue (ou charge appliquée à la roue) [kg]	:	
Rayon de roulement dynamique du pneumatique [mm]	:	
Rayon effectif du frein [mm]	:	
Inertie nominale du frein [kgm^2]	:	
Inertie d'essai du frein (ou inertie appliquée au frein) [kgm^2]	:	

Diamètre extérieur du disque ou tambour [mm]	:	
Masse du disque [kg]	:	
Rapport $WL_{n\text{-}f}$/DM [--]	:	
Nombre de pistons par côté	:	
Diamètre moyen (ou hydraulique) du piston [mm]	:	
Position de montage de l'étrier	:	
Couple de serrage du boulon de l'étrier sur le support [Nm]	:	
Couple de serrage du boulon du disque ou du tambour sur le moyeu [Nm]	:	
Efficacité de l'étrier ou du tambour de frein [%]	:	

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Pression-seuil [kPa]	:	
Valeur réelle du voile ou de l'excentricité de la piste [µm]	:	
Contrôle d'étanchéité du système		
Le débit d'air moyen satisfait aux prescriptions du présent Règlement	:	

Banc dynamométrique et système d'automatisation		
Les équipements de mesure satisfont aux prescriptions de la section 7 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	

Conception du carter du frein		
Nombre de Reynolds à l'entrée du carter [--]	:	
La vitesse à chaque position du plan C utilisée pour contrôler l'uniformité ne s'écarte pas de plus de 35 % de la moyenne arithmétique de toutes les mesures au débit d'air minimal de fonctionnement de l'installation	:	
La vitesse à chaque position du plan C utilisée pour contrôler l'uniformité ne s'écarte pas de plus de 20 % de la moyenne arithmétique de toutes les mesures au débit d'air maximal de fonctionnement de l'installation	:	

La conception du carter du frein satisfait aux prescriptions des alinéas a) à i) du paragraphe 7.4.2 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	

Dispositif de freinage		
Les conditions d'essai prescrites à la section 8 de l'annexe 4 du présent Règlement sont remplies	:	
Sens de rotation du frein	:	
Le disque ou le tambour de frein soumis à l'essai tourne dans le sens d'écoulement de l'air	:	

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Température initiale		
Il est satisfait aux prescriptions relatives aux essais	:	

Interruptions du cycle de freinage WLTP		
Interruptions	:	
Toutes les mesures nécessaires ont été prises conformément aux spécifications des paragraphes 9.3.1 à 9.3.3 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	

Valeurs moyennes relatives à l'air de refroidissement				
		Phase		
		Réglage du débit d'air de refroidissement	Rodage	Mesure des émissions
Cycle	[--]	1	1...5	1
Température moyenne de l'air de refroidissement[1)]	[°C]			
Non-conformités des valeurs instantanées[1)]	[%]			
Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement[1)]	[%]			
Non-conformités des valeurs instantanées[1)]	[%]			
Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement[1)]	[mg H20/g] (air sec)			

1) On vérifie que toutes les spécifications du présent Règlement sont respectées.

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Débit d'air de refroidissement				
		Phase		
		Réglage du débit d'air de refroidissement	Rodage	Mesure des émissions
Cycle	[--]	1	1...5	1
Débit d'air nominal (ou de consigne)[1)]	[m^3/h]			
Débit d'air moyen[1)]	[m^3/h]			
Différence entre le débit d'air moyen et le débit d'air nominal	[%]			
Débit d'air normalisé moyen[1)]	[Nm^3/h]			
Non-conformités du débit d'air instantané[1)]	[%]		--	

1) On vérifie que toutes les spécifications du présent Règlement sont respectées.

Non-conformités de la vitesse				
		Phase		
		Réglage du débit d'air de refroidissement	Rodage	Mesure des émissions
Cycle	[--]	1	1...5	1
Non-conformités de la vitesse[1)]	[%]			

1) On vérifie que toutes les spécifications du présent Règlement sont respectées.

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Nombre de décélérations		
Comptage à l'aide de la durée de l'arrêt	:	
Comptage à l'aide du taux de décélération	:	

Dissipation de l'énergie cinétique				
		Phase		
		Réglage du débit d'air de refroidissement	Rodage	Mesure des émissions
Cycle	[--]	1	1...5	1
Travail de frottement[1)]	[J/kg]			
Écart à la valeur nominale[1)]	[%]			

1) On vérifie que toutes les spécifications du présent Règlement sont respectées.

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque ou du tambour [--]	:	

Réglage du débit d'air de refroidissement		
Températures du frein au cours du trajet n° 10		
ABT – Valeur mesurée [°C]	:	
ABT – Différence par rapport à la valeur cible [°C]	:	
IBT – Valeur mesurée [°C]	:	
IBT – Différence par rapport à la valeur cible [°C]	:	
FBT – Valeur mesurée [°C]	:	
FBT – Différence par rapport à la valeur cible [°C]	:	

Définition du débit d'air de refroidissement nominal (de consigne) pour le frein considéré		
FBT – Différence par rapport à la valeur cible [°C]	:	

Phase de rodage		
Il est satisfait aux prescriptions de la section 11 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	

Débit de prélèvement des matières particulaires			
		$PM_{2,5}$	PM_{10}
Débit nominal [l/min]	:		
Débit de prélèvement normalisé [Nl/min]	:		
Rapport isocinétique [--]	:		
Le prélèvement des matières particulaires pour le rapport isocinétique est conforme aux spécifications des alinéas a) à i) du paragraphe 12.1.2.3 de l'annexe 4 du présent Règlement	:		

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules			
			SPN10
Débit de prélèvement normalisé [Nl/min]	:		
Rapport isocinétique [--]	:		
Le prélèvement pour le rapport isocinétique est conforme aux spécifications des alinéas a) à h) du paragraphe 12.2.3.2 de l'annexe 4 du présent Règlement	:		

Mesures de PM et PN		
Il est satisfait aux prescriptions de la section 12 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	
Configuration	:	

Procédure de pesée			
Première mesure des émissions		$PM_{2,5}$	PM_{10}
Masse corrigée du filtre de collecte avant le prélèvement [µg]	:		
Masse corrigée du filtre de collecte après le prélèvement [µg]	:		

Deuxième mesure des émissions		$PM_{2,5}$	PM_{10}
Masse corrigée du filtre de collecte avant le prélèvement [µg]	:		
Masse corrigée du filtre de collecte après le prélèvement [µg]	:		

Troisième mesure des émissions		$PM_{2,5}$	PM_{10}
Masse corrigée du filtre de collecte avant le prélèvement [µg]	:		
Masse corrigée du filtre de collecte après le prélèvement [µg]	:		

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Moyenne de la première à la troisième mesure des émissions		$PM_{2,5}$	PM_{10}
Masse corrigée du filtre de collecte avant le prélèvement [µg]	:		
Masse corrigée du filtre de collecte après le prélèvement [µg]	:		

Charge finale du filtre de collecte [µg]	:		

Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires	
Première mesure des émissions	$PM_{2,5}$ / PM_{10}
Coefficient d'émission de référence [mg/km] :	

Deuxième mesure des émissions	$PM_{2,5}$	PM_{10}
Coefficient d'émission de référence [mg/km] :		

Troisième mesure des émissions	$PM_{2,5}$	PM_{10}
Coefficient d'émission de référence [mg/km] :		

Coefficient d'émission final [mg/km]	:		

Coefficient d'émission de particules	
Première mesure des émissions	SPN10
Coefficient d'émission de référence [#/km] :	

Deuxième mesure des émissions		SPN10
Coefficient d'émission de référence [#/km]	:	

Identifiant(s) de la famille :

Fabricant :

Troisième mesure des émissions			SPN10
Coefficient d'émission de référence [#/km]	:		

EF_{ref} final [#/km]	:		
La concentration en [nombre de particules par Ncm^3] se situe dans la plage de mesure spécifiée du PNC	:		

Mesure de la perte de masse		
Masse du disque ou du tambour avant l'essai [mg]	:	
Masse du matériau de friction avant l'essai [mg]	:	
Masse du disque ou du tambour après l'essai [mg]	:	
Masse du matériau de friction après l'essai [mg]	:	
Perte de masse totale [mg]	:	
Distance totale parcourue [km]	:	
Coefficient d'émission de la perte de masse [mg/km]	:	

Prescriptions d'étalonnage		
Il est satisfait aux prescriptions d'étalonnage de la section 14 de l'annexe 4 du présent Règlement	:	

Conclusion

N° d'ordre :

Adresse électronique :

N° de téléphone :

N° de télécopie :

Fin du procès-verbal d'essai

Annexe 1 – Appendice 2

Procès-verbal d'essai relatif au coefficient correspondant à la part du freinage à friction (coefficient c) (à établir pour chaque mesure, le cas échéant)

Procès-verbal ⑥ de la figure A1/1 du présent Règlement.

N° du procès-verbal d'essai :

Identifiant du procès-verbal relatif au coefficient correspondant à la part du freinage à friction :

Constructeur :

Procès-verbal d'essai relatif au coefficient correspondant à la part du freinage à friction (coefficient c)

Règlement ONU n° 179

Dernière modification apportée par :

Demandeur Constructeur	:	
Objet	:	
Demandeur Constructeur	:	Détermination des coefficients c conformément à l'annexe 5 du présent Règlement ONU
Objet	:	

Objet soumis aux essais		
Marque du véhicule	:	
Objet soumis aux essais	:	

Fiche de renseignements		
N° Date de délivrance	:	
Date de dernière modification Fiche de renseignements	:	
N°	:	

Généralités		
Numéro du prototype Numéro d'identification du véhicule	:	
Catégorie Carrosserie	:	
Roues motrices Frein à friction (les points ci-dessous doivent être remplis pour chaque essieu)	:	
Type de dispositif de freinage (avant/arrière) Disque ou tambour (avant/arrière)	:	
Marque du ou des disques ou tambours (avant/arrière) Type de disque(s) ou de tambour(s) (avant/arrière)	:	

Type d'étrier(s) (avant/arrière)		
Conception du ou des étriers (avant/arrière) Marque du ou des étriers (avant/arrière)	:	
Type d'éléments de rétraction (avant/arrière) Type de plaquette(s) ou de mâchoire(s) de frein (avant/arrière)	:	
Marque de la ou des plaquette ou de la ou des mâchoire de frein (avant/arrière) Architecture de la chaîne de traction	:	
Type d'électrification du véhicule Moteur à combustion interne (le cas échéant)	:	
Marque Type	:	
Principe de fonctionnement Nombre et disposition des cylindres	:	
Cylindrée théorique [cm^3] Généralités	:	
Numéro du prototype Numéro d'identification du véhicule	:	
Catégorie Carrosserie	:	
Roues motrices Frein à friction (les points ci-dessous doivent être remplis pour chaque essieu)	:	

Type de dispositif de freinage (avant/arrière)		
Disque ou tambour (avant/arrière) Marque du ou des disques ou tambours (avant/arrière)	:	

Type de disque(s) ou de tambour(s) (avant/arrière)					
Type d'étrier(s) (avant/arrière) Conception du ou des étriers (avant/arrière)	:				
Marque du ou des étriers (avant/arrière) Type d'éléments de rétraction (avant/arrière)	:				
Type de plaquette(s) ou de mâchoire(s) de frein (avant/arrière) Marque de la ou des plaquette ou de la ou des mâchoire de frein (avant/arrière)	:				
Architecture de la chaîne de traction Type d'électrification du véhicule	:				
Moteur à combustion interne (le cas échéant)	:				
Puissance nominale du moteur Couple net maximal	: :		[kW] à [Nm] à		[tr/min] [tr/min]
Puissance nominale du moteur	:		[kW] à		[tr/min]

Module de commande		
Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements) Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple)	:	
Logiciel (statut des données) Transmission	:	
Boîte de vitesses Mode qui entraîne le moins de récupération (normal/drive/eco/…/…)	:	

Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements)		
Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple) Logiciel (statut des données)	:	
Pneumatiques Marque	:	
Type Dimensions avant/arrière	:	
Circonférence dynamique du pneumatique avant [m] Pression des pneumatiques (avant/arrière) [kPa]	:	
Machine électrique (le cas échéant) Marque	:	

Type		
Puissance de crête [kW] SRSEE de traction (le cas échéant)	:	
Marque Type	:	
Capacité [Ah] Tension nominale [V]	:	
Pile à combustible (le cas échéant) Marque	:	
Type Puissance maximale [kW]	:	

Tension nominale [V]		
Électronique de puissance (le cas échéant) Marque du convertisseur de propulsion et type	:	
Puissance [kW] Marque du système basse tension et type	:	
Puissance [kW] Système de gestion de la batterie (le cas échéant)	:	

Marque		
Type Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements)	:	
Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple) Logiciel (statut des données)	:	

Description du véhicule Masse d'essai [kg]	:	
MRO [kg] f0 [N]	:	

f1 [N/(km/h)]		
f2 [N/(km/h)²] Description de l'essai	:	
Cycle Méthode de réglage du banc à rouleaux	:	
Dynamomètre en mode 4 roues motrices Mode de fonctionnement du dynamomètre	:	
Mode décélération libre Méthode de détermination du couple de freinage à friction	:	

$P_{threshold}$ avant/arrière [kPa] (le cas échéant)		
$C_{p,b}$ avant/arrière [Nm/kPa] (le cas échéant) Niveau de charge initial et final du SRSEE de traction [%]	:	
Date des essais (jj.mm.aaaa) Lieu des essais (banc à rouleaux, lieu, pays)	:	
Hauteur au-dessus du sol du bord inférieur du ventilateur de refroidissement [cm] Position latérale du centre du ventilateur (si modifiée à la demande du constructeur)	:	
Distance par rapport à l'avant du véhicule [cm] IWR : évaluation du point de vue de l'inertie [%]	:	

RMSSE : erreur quadratique moyenne de la vitesse [km/h]		
IPDW : travail de la différence de puissance inertielle [J/kg]	:	
Module de commande Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements)	:	
Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple) Logiciel (statut des données)	:	
Transmission Boîte de vitesses	:	
Mode qui entraîne le moins de récupération (normal/drive/eco/…/…) Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements)	:	

Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple)		
Logiciel (statut des données) Pneumatiques	:	
Marque Type	:	
Dimensions avant/arrière Circonférence dynamique du pneumatique avant [m]	:	
Pression des pneumatiques (avant/arrière) [kPa] Machine électrique (le cas échéant)	:	
Marque Type	:	

Puissance de crête [kW]		
SRSEE de traction (le cas échéant) Marque	:	
Type Capacité [Ah]	:	
Tension nominale [V] Pile à combustible (le cas échéant)	:	
Marque Type	:	
Puissance maximale [kW] Tension nominale [V]	:	
Électronique de puissance (le cas échéant) Marque du convertisseur de propulsion et type	:	
Puissance [kW] Marque du système basse tension et type	:	
Puissance [kW] Système de gestion de la batterie (le cas échéant)	:	
Marque Type	:	
Référence de la pièce (comme dans la fiche de renseignements) Logiciels soumis à essai (lecture au moyen d'un analyseur de diagnostic, par exemple)	:	
Logiciel (statut des données) Description du véhicule	:	
Masse d'essai [kg] MRO [kg] f0 [N]	:	
f1 [N/(km/h)] f2 [N/(km/h)^2]	:	
Description de l'essai Cycle	:	
Méthode de réglage du banc à rouleaux Dynamomètre en mode 4 roues motrices	:	
Mode de fonctionnement du dynamomètre Mode décélération libre	:	
Méthode de détermination du couple de freinage à friction $P_{threshold}$ avant/arrière [kPa] (le cas échéant)	:	
$C_{p,b}$ avant/arrière [Nm/kPa] (le cas échéant)	:	

Résultats d'essai					
Numéro d'essai					
Freins b Wbrake, b [J]	Avant gauche	Avant droit	Arrière gauche	Arrière droit	Valeur combinée
Wref [J] Coefficient correspondant à la part du freinage à friction					
Coefficient correspondant à la part du freinage à friction déclaré Numéro d'essai	--				
Freins b Wbrake, b [J]	--				
Wref [J]	--				

N° du procès-verbal d'essai :

N° d'ordre :

Adresse électronique :

N° de téléphone :

N° de télécopie :

Fin du procès-verbal d'essai

Annexe 1 – Appendice 3

Procès-verbal relatif à la démonstration de la conformité au type de véhicule

Procès-verbal ⑧ de la figure A1/1 du présent Règlement.

Type de véhicule :		-	Révision/correction	:	00
Constructeur :		-			

Procès-verbal relatif à la démonstration de la conformité au type de véhicule

Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions

Procès-verbal :

Demandeur :

Constructeur :

Objet : Détermination du coefficient correspondant à la part du freinage à friction et des émissions de freinage

Identifiant(s) de la ou des familles d'émissions de freinage :

Identifiant(s) du procès-verbal ou des procès-verbaux d'essai relatifs au coefficient c :

Objet soumis aux essais

Marque :

Identifiant IP :

Classe d'émissions :

\- Procès-verbal de la famille

X N° d'homologation de type

\- Extension de l'homologation de type n° :

\- Correction apportée à l'homologation de type n° :

\- Révision de l'homologation de type n° :

Conclusion L'objet soumis aux essais est conforme aux prescriptions des textes mentionnés en objet.

Type de véhicule :		-	Révision/correction	:	00
Constructeur :		-			
Liste des révisions					

Révision n°	Date de la révision	Modifiée par	Motif de la révision/correction
00	JJ.MM.AAAA	Prénom et nom	Version initiale

0 Généralités

0.1 Marque (nom commercial du constructeur) : -

0.2 Type : -

0.3 Désignation(s) commerciale(s) : -

0.4 Nom et adresse du constructeur : -

0.4.1 Nom et adresse du représentant : -

0.4.2 Noms et adresses des ateliers de montage : -

0.5 Fiche de renseignements

N° : -

Date de délivrance : -

Date de dernière modification : -

0.6 Données supplémentaires :

Type de véhicule :		Révision/correction	:	00
Constructeur :				

1. Description du ou des objets soumis à l'essai

1.1 Combinaison de freins

1.1.1 Frein de l'essieu avant

Famille d'émissions de freinage :

Procès-verbal d'essai relatif aux émissions de freinage :

1.1.2 Frein de l'essieu arrière

Famille d'émissions de freinage :

Procès-verbal d'essai relatif aux émissions de freinage :

1.2 Coefficient correspondant à la part du freinage à friction (les points ci-dessous doivent être remplis pour chaque essieu)

Véhicules d'essai (on trouvera ci-dessous un exemple indiquant comment compléter le tableau ; remplacer par des données réelles avant soumission)

Famille d'interpolation	Identifiant du procès-verbal d'essai relatif au coefficient c	Coefficient c
Famille d'interpolation 1	Identifiant du procès-verbal d'essai 1	
Famille d'interpolation 3, famille d'interpolation 4, famille d'interpolation 5	Identifiant du procès-verbal d'essai 2	

Type de véhicule :		Révision/correction	:	00
Constructeur :				

2. Résultats d'essai

2.2 Coefficient correspondant à la part du freinage à friction (on trouvera ci-dessous un exemple indiquant comment compléter le tableau ; remplacer par des données réelles avant soumission)

Famille d'interpolation	Fixe/Déclaré	Coefficient c
Famille d'interpolation 1	Déclaré	
Famille d'interpolation 2	Fixe	
Famille d'interpolation 3, famille d'interpolation 4, famille d'interpolation 5	Déclaré	

2.2 Dispositif de freinage

2.2.1 Renseignements d'ordre général

Essieu	Identifiant de l'essai	Banc d'essai	Date

Famille d'interpolation	Charge de la roue – avant [kg]	c * charge de la roue – avant [kg]

Famille d'interpolation	Charge de la roue – arrière [kg]	c * charge de la roue – arrière [kg]

Type de véhicule :		Révision/correction	:	00
Constructeur :				

2.2.2 Résultats finaux – avant

Famille d'interpolation	Émissions de PM_{10} du frein [mg/km]	Émissions de PM_{10} de l'essieu [mg/km]	$c*PM_{Axle}$ [mg/km]

2.2.3 Résultats finaux – arrière

Famille d'interpolation	Émissions de PM_{10} du frein [mg/km]	Émissions de PM_{10} de l'essieu [mg/km]	$c*PM_{Axle}$ [mg/km]

2.2.4 Résultats finaux – ensemble du véhicule

Famille d'interpolation	Émissions totales de PM_{10} [mg/km]

2.3 Remarques

Type de véhicule :	-	Révision/correction	:	00
Constructeur :	-			

3. Déclaration de conformité

Le présent procès-verbal d'essai n'est valable que pour l'échantillon d'essai décrit. L'échantillon d'essai, représentatif du type concerné, est conforme aux prescriptions de la spécification d'essai susmentionnée pour ce qui a trait à la méthode d'essai appliquée.

Le présent procès-verbal, comprenant les pages 1 à X, est approuvé par le signataire.
La reproduction du procès-verbal d'essai et la publication d'extraits ne sont permises qu'avec l'autorisation écrite du laboratoire.

Le centre d'essais automobiles XXXX est un laboratoire accrédité par YYYY conformément à la norme DIN EN ISO/IEC 17025. L'accréditation n'est valable que pour le domaine d'accréditation figurant à l'annexe XXXX-01-00.

Lieu, date

Titre, prénom et nom

Spécialiste

N° de téléphone : XXXXXXXXXXX – N° de télécopieur : XXXXXXXXXXX – Adresse électronique : prénom.nom@XXXXX.com

Fin du procès-verbal d'essai

ANNEXE 2

Communication

(format maximal : A4 (210 x 297 mm))



Émanant de : (Nom de l'administration :)
……
……
……

Concernant ([2]) : Délivrance d'une homologation
Extension d'une homologation
Refus d'une homologation
Retrait d'une homologation
Arrêt définitif de la production

s'agissant de la détermination des émissions de freinage.

N° d'homologation : …… N° d'extension : ……

1. Nom ou marque de commerce du constructeur : ……
2. Désignation du type par le constructeur :
3. Nom et adresse du constructeur : ……
4. Nom et adresse du représentant du constructeur (le cas échéant) : ……
5. Description sommaire : ……

([1]) Numéro distinctif du pays qui a accordé/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement relatives à l'homologation).
([2]) Biffer les mentions inutiles.

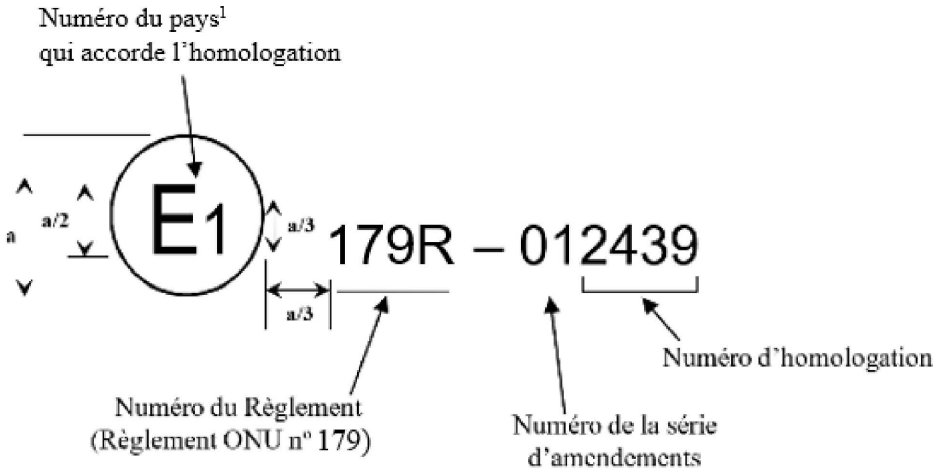
ANNEXE 3

Emplacement de la marque d'homologation

Dans la marque d'homologation délivrée et apposée sur un véhicule conformément à la section 7 du présent Règlement, le numéro d'homologation de type doit être accompagné d'un caractère alphanumérique indiquant le niveau d'homologation.

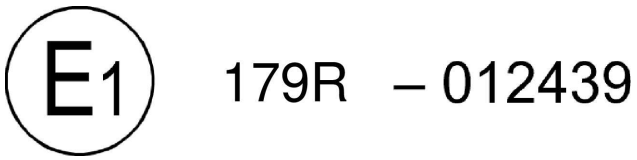
On trouvera ci-après une description de l'apparence de cette marque et un exemple de la manière dont elle doit être composée.

Le schéma qui suit présente la disposition générale, les proportions et le contenu d'une marque d'homologation. La signification des numéros et du caractère alphanumérique est indiquée, de même que sont précisées les variantes pour chaque cas d'homologation.



a = 8 mm (minimum)

Le schéma qui suit illustre le mode de composition de la marque d'homologation.



ANNEXE 4

Procédure d'essai relatif aux émissions de freinage

1. Introduction

On trouvera à la présente annexe une description de la procédure à suivre pour effectuer les essais relatifs aux émissions de freinage prévus aux sections 7 et 8 du présent Règlement.

Tous les renvois de la présente annexe à d'autres paragraphes doivent être compris comme visant des paragraphes de la présente annexe, sauf indication contraire, par exemple «paragraphe x du présent Règlement» ou «paragraphe x de l'annexe x/de l'appendice x».

2.-6. Réservé

7. Prescriptions relatives au système d'essai

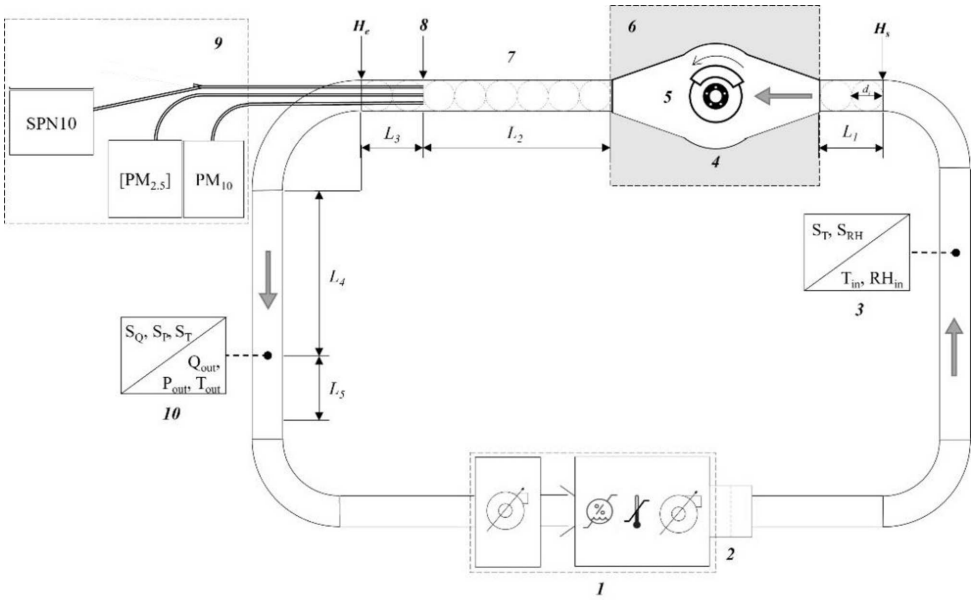
7.1 Présentation générale du système d'essai

Le présent Règlement définit une méthode d'essai type sur banc dynamométrique visant à réaliser des mesures répétables et reproductibles des émissions de particules des freins. La technique de réalisation des essais de mesure de ces émissions nécessite une approche systémique. Pour réaliser un essai de mesure des émissions de freinage valable, il faut assurer l'intégration solide de plusieurs sous-systèmes afin de garantir que le cycle d'essai, l'air de refroidissement, la commande du banc dynamométrique, le carter du frein, le tunnel de prélèvement, les systèmes de prélèvement des aérosols et la collecte des données satisfont aux prescriptions spécifiées dans le présent Règlement.

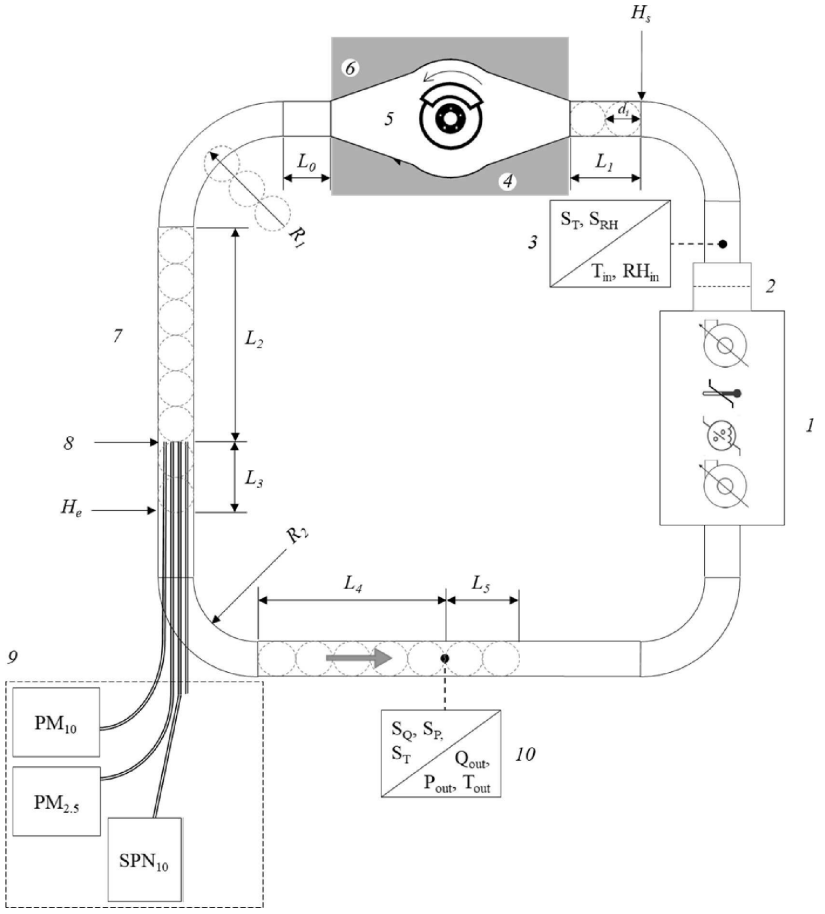
La figure A4/1 présente deux configurations indicatives des sous-systèmes au minimum nécessaires à la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage au moyen d'un banc dynamométrique. Le schéma comporte une unité de conditionnement d'air dotée d'une ou de plusieurs ventilateurs soufflants à débit variable envoyant de l'air conditionné à l'installation. L'air conditionné entre dans un carter du frein conçu pour contenir entièrement le dispositif de freinage soumis à l'essai. Le banc dynamométrique permet de réaliser et de contrôler l'essai du frein. Le carter est directement relié au tunnel de prélèvement au bout duquel sont montées trois ou quatre sondes de prélèvement servant à extraire l'aérosol du tunnel et à le diriger vers le dispositif de mesure des émissions de matières particulaires (PM) et des émissions en nombre de particules (PN). Un débitmètre est installé dans le tunnel en aval du plan de prélèvement. L'emplacement et les dimensions des différents éléments sont donnés à titre indicatif à des fins d'illustration. La stricte conformité à la figure A4/1 n'est donc pas exigée.

Figure A4/1

Configuration indicative pour la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage en laboratoire a) sans coude en aval du carter et b) avec un coude de 90° en aval du carter



Note : a) Dans cette configuration, le tunnel de prélèvement est directement relié au carter du frein et quatre sondes de prélèvement sont utilisées. Le banc dynamométrique n'est pas représenté, mais seulement indiqué (zone grise), une représentation graphique de cet élément étant donnée à la figure A4/2.



Note : b) Dans cette configuration, le tunnel de prélèvement est coudé en aval du carter et en amont du plan de prélèvement, et quatre sondes de prélèvement sont utilisées. Le banc dynamométrique n'est pas représenté, mais seulement indiqué (zone grise), une représentation graphique de cet élément étant donnée à la figure A4/2.

Il existe plusieurs configurations acceptées pour les sous-systèmes de traitement et de contrôle de l'air. Tous les modèles peuvent utiliser le même banc dynamométrique (non représenté), le même logiciel de contrôle, le même système d'acquisition de données et le même support de frein. Toutefois, le laboratoire doit veiller à ce que toutes les configurations présentent au moins les sous-systèmes et les caractéristiques énoncés dans le tableau A4/1. Des informations détaillées concernant les différents éléments de la configuration figurent aux paragraphes correspondants du présent Règlement, comme indiqué dans le tableau A4/1.

Tableau A4/1

Sous-systèmes et caractéristiques requis pour le montage d'essai de mesure des émissions de freinage, tel que décrit à la figure A4/1

Élément	Sous-système
1	Unité de conditionnement d'air muni d'une ou de plusieurs ventilateurs soufflants à débit variable et d'un système de contrôle de la température et de l'humidité de l'air, tel que décrit au paragraphe 7.2.1.
2	Filtre de l'air de refroidissement, tel que décrit au paragraphe 7.2.2.1.
3	Capteurs de température et d'humidité de l'air de refroidissement placés en amont du carter du frein, tels que décrits aux paragraphes 7.2.1.1 et 7.2.1.2.
4	Carter du frein tel que décrit au paragraphe 7.4.
5	Dispositif de freinage relié au banc dynamométrique, tel que décrit au paragraphe 8.4.1.
6	Banc dynamométrique (non représenté, mais seulement indiqué en gris) tel que décrit au paragraphe 7.3.
7	Tunnel de prélèvement tel que décrit au paragraphe 7.5.
8	Plan de prélèvement équipé des sondes de prélèvement correspondantes pour la mesure des émissions de matières particulaires et des émissions en nombre de particules, tel que décrit au paragraphe 7.6.
9	Instruments de mesure de la masse de matières particulaires et de la concentration en nombre de particules, tels que décrits aux paragraphes 12.1 et 12.2.
SPN10	Systèmes permettant de contrôler et de mesurer le SPN10 et d'émettre le signal correspondant, tel que décrit au paragraphe 12.2.
$PM_{2,5}$, PM_{10}	Systèmes permettant de contrôler le débit de prélèvement, de prélever les matières particulaires provenant des freins sur des filtres et d'émettre des signaux, tels que décrits au paragraphe 12.1.
10	Débitmètre placé en aval du plan de prélèvement, tel que décrit au paragraphe 7.2.3.
Symbole	Caractéristique
$\mathbf{L}_0$	Longueur du conduit rectiligne en aval de la sortie du carter. En l'absence de coude entre le carter et le plan de prélèvement, $L_0 = L_2$.
$\mathbf{L}_1$	Longueur minimale du conduit rectiligne en amont de l'entrée du carter du frein, telle que décrite au paragraphe 7.4.2.
$\mathbf{L}_2$	Longueur minimale du conduit rectiligne entre la dernière perturbation en amont du plan de prélèvement et ce plan, telle que décrite au paragraphe 7.5.
$\mathbf{L}_3$	Longueur minimale du conduit rectiligne entre le plan de prélèvement et la perturbation suivante en aval de ce plan, telle que décrite au paragraphe 7.5.
$\mathbf{L}_4$	Longueur minimale du conduit rectiligne entre la dernière perturbation en amont du débitmètre et le débitmètre, telle que décrite au paragraphe 7.2.3.

Élément	Sous-système
$\mathbf{L_5}$	Longueur minimale du conduit rectiligne entre le débitmètre et la perturbation suivante en aval du débitmètre, telle que décrite au paragraphe 7.2.3.
$\mathbf{S_Q}$, $\mathbf{S_P}$, $\mathbf{S_T}$, $\mathbf{S_{RH}}$	Signaux électroniques de sortie pour le débit d'air de refroidissement, la pression, la température et l'humidité, tels que décrits aux paragraphes 7.2.1 et 7.2.3.
$\mathbf{d_i}$	Diamètre intérieur du conduit de référence, égal à celui du tunnel de prélèvement.
$\mathbf{H_s}$, $\mathbf{H_e}$	Points indiquant le début (H_s) et la fin (H_e) de la partie horizontale et droite obligatoire de la configuration (dans le sens du flux), tels que décrits au paragraphe 7.4.2.

7.2 Unité de conditionnement d'air et air de refroidissement

L'air de refroidissement conditionné a) permet de refroidir de manière propre et continue le dispositif de freinage et b) transporte l'aérosol du carter vers le tunnel de prélèvement et les sondes de prélèvement pour la mesure de la masse de matières particulaires et du nombre de particules. L'air de refroidissement doit être dans des conditions stables de température et d'humidité, conformément aux spécifications décrites au paragraphe 7.2.1, propre avec de faibles valeurs de concentration ambiante, conformément aux prescriptions du paragraphe 7.2.2, et à un débit constant qui garantisse des conditions d'essai répétables et reproductibles, conformément aux spécifications décrites au paragraphe 7.2.3.

L'air de refroidissement conditionné est envoyé à l'installation d'essai par l'unité de conditionnement d'air. En règle générale, celle-ci peut comprendre des dispositifs permettant de refroidir et de déshumidifier l'air, des dispositifs de chauffage permettant d'élever la température de l'air et des générateurs de vapeur ou de brouillard d'eau servant à augmenter l'humidité de l'air. Les régulateurs proportionnels intégraux dérivés (PID) en boucle fermée, les alarmes et les capteurs permettant de surveiller l'état de tous les dispositifs et interfaces font partie intégrante de l'unité de conditionnement d'air. Le système doit être composé d'un ventilateur soufflant à débit variable pouvant fournir une large gamme de débits d'air de refroidissement conditionné à l'installation telle qu'elle est configurée. Il est défini par ses débits minimal et maximal de fonctionnement, auxquels s'appliquent les prescriptions suivantes :

a) Le débit minimal de fonctionnement doit être compris entre 100 et 300 m^3/h ;

b) Le débit maximal de fonctionnement doit être au moins égal à cinq fois le débit minimal de fonctionnement ;

c) Le débit maximal de fonctionnement doit être supérieur d'au moins 1 000 m^3/h au débit minimal de fonctionnement.

Le système peut également combiner deux ventilateurs soufflants à débit variable (un pour faire sortir l'air et l'autre pour le faire entrer) afin de créer une légère dépression à l'intérieur du tunnel de prélèvement. La commande de l'unité de conditionnement d'air doit pouvoir fournir les interfaces nécessaires à l'opérateur et au banc dynamométrique.

7.2.1 Conditionnement de l'air de refroidissement

Le laboratoire doit surveiller et réguler en permanence la température et l'humidité de l'air de refroidissement conditionné. Il doit donc installer des capteurs de température et d'humidité en amont du carter du frein. Le fait de placer les capteurs en amont du carter du frein permet d'éviter que les signaux renvoyés soient influencés par la charge thermique des manœuvres de freinage. La figure A4/1 présente un emplacement indicatif pour les capteurs de température et d'humidité de l'air (élément 3).

L'exactitude du capteur de température doit être de ±1 °C et celle du capteur utilisé pour mesurer l'humidité spécifique et l'humidité relative de ±5 % de la valeur nominale (50 %). Le laboratoire doit utiliser les signaux émanant de ces capteurs pour évaluer la stabilité de la température et de l'humidité de l'air de refroidissement. Le tableau A4/2 récapitule les prescriptions relatives à la température, à l'humidité et au débit de l'air de refroidissement énoncées.

Tableau A4/2

Résumé des prescriptions concernant la température, l'humidité relative et le débit de l'air de refroidissement

Paramètre	Température de l'air de refroidissement	Humidité relative de l'air de refroidissement	Débit d'air de refroidissement
Valeur nominale	23 °C	50 %	Valeur de consigne (Q_{set}) telle que définie au paragraphe 10
Valeur moyenne : tolérance admissible maximale	±2 °C (21 °C ≤ T ≤ 25 °C)	±5 % (45 % ≤ RH ≤ 55 %)	±5 % de Q_{set}
Valeurs instantanées (1 Hz) : tolérance admissible maximale	±5 °C (18 °C ≤ T ≤ 28 °C)	±30 % (20 % ≤ RH ≤ 80 %)	±5 % de Q_{set}
Valeurs instantanées (1 Hz) : écart admissible au-delà de la tolérance admissible maximale	Non définie	Non définie	±10 % de Q_{set}
Valeurs instantanées (1 Hz) : durée maximale de dépassement de la tolérance admissible maximale	10 % de la durée de chaque phase de l'essai	10 % de la durée de chaque phase de l'essai	5 % de la durée de chaque phase de l'essai

7.2.1.1 Température de l'air de refroidissement

La température de l'air de refroidissement au point de mesure doit être constante, conformément aux conditions définies ci-dessous. Le laboratoire doit respecter les conditions suivantes :

a) La température de l'air de refroidissement doit être réglée à 23 °C. La température moyenne de l'air de refroidissement doit être égale à la valeur de consigne (nominale) ±2 °C (21 °C ≤ T ≤ 25 °C). Le laboratoire doit s'efforcer de maintenir la température aussi proche que possible de la valeur nominale de 23 °C ;

b) Les prescriptions relatives à la température moyenne de l'air de refroidissement définies à l'alinéa a) du présent paragraphe s'appliquent à toutes les phases de l'essai, à savoir le réglage du débit d'air de refroidissement, la procédure de rodage et la mesure des émissions (les périodes de stabilisation thermique ne sont pas prises en compte) ;

c) La température moyenne de l'air de refroidissement doit être calculée et consignée à toutes les phases, comme indiqué dans le tableau A4/14 ;

d) La température instantanée de l'air de refroidissement doit être égale à la valeur nominale ±5 °C (18 °C ≤ T ≤ 28 °C). À défaut, le laboratoire doit veiller à ce que les dispositions énoncées à l'alinéa e) du présent paragraphe soient respectées ;

e) L'écart entre la température instantanée de l'air de refroidissement et la valeur nominale (T < 18 °C ou T > 28 °C) peut être supérieur à 5 °C pendant au maximum 10 % de la durée de l'essai (périodes de stabilisation thermique non comprises), à condition que la température moyenne soit conforme aux prescriptions définies à l'alinéa a) du présent paragraphe :

   i) Le nombre total de relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C doit être inférieur à 527 pendant la phase de réglage du débit d'air de refroidissement ;

   ii) Le nombre total de relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C doit être inférieur à 1 583 pour chaque cycle de freinage WLTP de la phase de rodage ;

iii) Le nombre total de relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C doit être inférieur à 1 583 pour chaque cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions (périodes de stabilisation thermique non comprises) ;

f) Si la température moyenne ou instantanée de l'air de refroidissement sort des limites spécifiées dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable.

7.2.1.2 Humidité de l'air de refroidissement

L'humidité relative de l'air de refroidissement doit être constante, conformément aux conditions définies ci-dessous. Le laboratoire doit respecter les conditions suivantes :

a) L'humidité relative de l'air de refroidissement doit être réglée à une valeur nominale de 50 %. L'humidité moyenne de l'air de refroidissement doit être égale à la valeur nominale ±5 %. Le laboratoire doit s'efforcer de maintenir l'humidité relative aussi proche que possible de la valeur cible de 50 % ;

b) Les prescriptions concernant l'humidité relative de l'air de refroidissement définies à l'alinéa a) du présent paragraphe s'appliquent à toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage, à savoir le réglage du débit d'air de refroidissement, la procédure de rodage et la mesure des émissions (périodes de stabilisation thermique non comprises) ;

c) L'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement doit être calculée et consignée à toutes les phases de l'essai, comme indiqué dans le tableau A4/14 ;

d) L'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement doit être égale à la valeur nominale ±30 % (20 % ≤ RH ≤ 80 %). À défaut, le laboratoire doit veiller à ce que les dispositions énoncées à l'alinéa e) du présent paragraphe soient respectées ;

e) L'écart entre l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement et la valeur nominale (humidité relative <20 % ou humidité relative >80 %) peut être supérieur à 30 % pendant 10 % au maximum de la durée de l'essai (périodes de stabilisation thermique non comprises), à condition que l'humidité relative moyenne soit conforme aux prescriptions définies à l'alinéa a) du présent paragraphe :

i) Le nombre total de relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % doit être inférieur à 527 pendant la phase de réglage du débit d'air de refroidissement ;

ii) Le nombre total de relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % doit être inférieur à 1 583 pour chaque cycle de freinage WLTP de la phase de rodage ;

iii) Le nombre total de relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % doit être inférieur à 1 583 pour le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions (périodes de stabilisation thermique non comprises) ;

f) Si l'humidité relative moyenne ou instantanée sort des limites prédéfinies spécifiées dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable ;

g) Outre les spécifications définies pour l'humidité relative, le laboratoire doit veiller à ce que l'humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement soit maintenue entre 6 et 11 gH_2O/kg d'air sec pendant toute la durée de l'essai (compte non tenu des périodes de stabilisation thermique observées pendant la phase de mesure des émissions).

Si l'humidité spécifique moyenne sort des limites spécifiées dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable.

7.2.2 Purification de l'air de refroidissement

7.2.2.1 Filtration de l'air de refroidissement

On doit faire passer l'air de refroidissement entrant dans le système d'essai à travers un dispositif dont le matériau filtrant soit capable de capturer au moins 99,95 % des particules les plus pénétrantes ou à travers un filtre appartenant au minimum à la classe H13 telle qu'elle est définie par la norme européenne EN 1822. Tout autre type de filtre utilisé pour éliminer les composés organiques volatils (charbon de bois, charbon actif ou équivalent) doit être installé en amont du filtre de la classe H13 (ou équivalent). La figure A4/1 présente un emplacement indicatif du dispositif de filtration de l'air (élément 2).

7.2.2.2 Vérification de la concentration ambiante de particules

La quantité de particules ambiantes dans la configuration générale doit être définie sur la base d'une concentration en nombre de particules. Le laboratoire doit mesurer les particules ambiantes à l'aide des mêmes instruments que ceux servant à mesurer le nombre de particules émises. Des informations détaillées sur le système de mesure du nombre de particules figurent au paragraphe 12.2. Le laboratoire doit mesurer et consigner les concentrations ambiantes en SPN10 à deux niveaux : au niveau du système et au niveau de l'essai de mesure des émissions de freinage.

7.2.2.2.1 Vérification de la concentration ambiante de particules au niveau du système

Le premier niveau concerne la vérification de la concentration ambiante dans le système lors de l'installation du banc d'essai, après toute opération d'entretien importante ou si des signes indiquent un dysfonctionnement du système. Pour une vérification complète des particules ambiantes au niveau du système, le laboratoire doit procéder ainsi :

a) Vérifier la concentration ambiante sans que le support de frein ni aucun de ses composants soient installés dans le carter du frein ;

b) Vérifier la concentration ambiante en faisant fonctionner le système de mesure du SPN10 au niveau de réglage minimal étalonné du PCRF ;

c) Commencer la vérification de la concentration ambiante au moins 5 min après avoir stabilisé le flux d'air de refroidissement aux valeurs moyennes indiquées au paragraphe 7.2.3 concernant la stabilité du flux d'air de refroidissement et à celles indiquées au paragraphe 7.2.1 concernant la température et l'humidité de l'air de refroidissement ;

d) Vérifier la concentration ambiante à deux niveaux de réglage différents du débit d'air de refroidissement. Appliquer les débits minimal et maximal du système. Le laboratoire doit prélever des échantillons pour mesurer le SPN10 lors de la vérification de la concentration ambiante du système. À cette fin, il peut utiliser une seule taille de buse pour différents réglages du débit d'air ;

e) La procédure de vérification de la concentration ambiante doit durer aussi longtemps qu'il le faut pour permettre à cette concentration de se stabiliser. La concentration ambiante est considérée comme stable si la valeur moyenne du nombre de particules corrigée par le PCRF (moyenne mobile sur 5 min) reste inférieure au niveau admissible maximal prescrit au paragraphe 7.2.2.2.3. La moyenne mobile sur 5 min doit être calculée à partir d'échantillons d'une seconde (1 Hz).

7.2.2.2.2 Vérification de la concentration ambiante de particules au niveau de l'essai

Le deuxième niveau concerne la vérification de la concentration ambiante avant et après la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage. Le laboratoire doit procéder ainsi pour la vérification préalable à l'essai :

a) Vérifier systématiquement la concentration ambiante, avant de procéder au rodage, le dispositif de freinage étant monté. Le disque ou le tambour ne doit pas tourner et les plaquettes ou mâchoires de frein ne doivent pas être dérangées. Le frein ne doit pas être actionné pendant la procédure de vérification (pression de freinage nulle) ;

b) Vérifier la concentration ambiante en définissant le réglage du débit d'air de refroidissement pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Le système de mesure du SPN10 doit fonctionner au niveau de réglage du PCRF choisi pour la mesure des émissions du frein soumis à l'essai ;

c) Commencer la vérification de la concentration ambiante au moins 5 min après avoir stabilisé le flux d'air de refroidissement aux valeurs moyennes indiquées au paragraphe 7.2.3 concernant la stabilité du flux d'air de refroidissement et à celles indiquées au paragraphe 7.2.1 concernant la température et l'humidité de l'air de refroidissement ;

d) La procédure de vérification de la concentration ambiante préalable à l'essai doit durer aussi longtemps qu'il le faut pour permettre à cette concentration de se stabiliser. La concentration ambiante est considérée comme stable si la valeur moyenne du nombre de particules corrigée par le PCRF (moyenne mobile sur 5 min) reste inférieure au niveau admissible maximal prescrit au paragraphe 7.2.2.2.3. La moyenne mobile sur 5 min doit être calculée à partir d'échantillons d'une seconde (1 Hz). Ne pas éteindre le système de comptage du nombre de particules après la fin de la vérification préalable à l'essai ni avant d'avoir achevé la vérification consécutive à l'essai.

Le laboratoire doit procéder ainsi pour la vérification consécutive à l'essai :

e) Vérifier systématiquement la concentration ambiante avant la purge du système de comptage du nombre de particules, le dispositif de freinage étant monté. Le disque ou le tambour ne doit pas tourner et les plaquettes ou mâchoires de frein ne doivent pas être dérangées. Le frein ne doit pas être actionné pendant la procédure de vérification (pression de freinage nulle) ;

f) Vérifier la concentration ambiante en suivant le réglage du débit d'air de refroidissement utilisé pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Le système de mesure du SPN10 doit fonctionner au niveau de réglage du PCRF choisi pour cet essai ;

g) Commencer la vérification de la concentration ambiante juste après l'essai de mesure des émissions et une fois que le débit d'air de refroidissement s'est stabilisé aux valeurs moyennes indiquées au paragraphe 7.2.3 concernant la stabilité du débit d'air de refroidissement et à celles indiquées au paragraphe 7.2.1 concernant la température et l'humidité de l'air de refroidissement. Ne pas éteindre le système de comptage du nombre de particules après la fin de la phase de mesure des émissions ni avant d'avoir achevé la vérification consécutive à l'essai ;

h) La procédure de vérification de la concentration ambiante consécutive à l'essai doit durer aussi longtemps qu'il le faut pour permettre à cette concentration de se stabiliser. La concentration ambiante est considérée comme stable si la valeur moyenne du nombre de particules corrigée par le PCRF (moyenne mobile sur 5 min) reste inférieure au niveau admissible maximal prescrit au paragraphe 7.2.2.2.3. La moyenne mobile sur 5 min doit être calculée à partir d'échantillons d'une seconde (1 Hz).

7.2.2.2.3 Calcul et consignation de la concentration ambiante de particules

La concentration ambiante doit être mesurée et consignée sur la base de la concentration en SPN10 dans des conditions normales. Le laboratoire doit appliquer la procédure suivante :

a) Effectuer un contrôle de zéro du compteur de particules (PNC). Appliquer un filtre suffisamment efficace à l'entrée du PNC, conformément aux spécifications du fabricant de l'équipement, et enregistrer la concentration en nombre de particules. La valeur relevée ne doit pas dépasser 0,2 particule par cm^3 à l'entrée du PNC. Ce filtre une fois déposé, le PNC doit indiquer une augmentation de la concentration et, une fois le filtre remis en place, la concentration doit de nouveau être inférieure ou égale à 0,2 particule par cm^3. Le dispositif de mesure du nombre de particules ne doit signaler aucune erreur ;

b) Mesurer la valeur moyenne de la concentration ambiante en SPN10 ($SPN10_{b\#}$) aux niveaux du système et de l'essai conformément aux paragraphes 7.2.2.2.1 et 7.2.2.2.2, et consigner les valeurs de la concentration ambiante normalisée en nombre de particules (n/Ncm^3) comme spécifié dans le tableau A4/14 ;

c) La concentration ambiante moyenne sur 5 min dans le tunnel ne doit pas dépasser la limite maximale de 20 particules par Ncm^3 pour le SPN10. La limite de 20 particules par Ncm^3 s'applique à la concentration ambiante au niveau du système et au niveau de l'essai, comme indiqué aux paragraphes 7.2.2.2.1 et 7.2.2.2.2 ;

d) En cas de non-respect des conditions de contrôle de zéro du PNC énoncées à l'alinéa a) et des limites de concentration ambiante de particules définies à l'alinéa c) du présent paragraphe, l'essai n'est pas valable ;

e) Le laboratoire ne doit pas soustraire la valeur de la concentration ambiante au moment de consigner la valeur de la concentration en SPN10 relevée à la phase de mesure des émissions de freinage conformément au paragraphe 12.2.4.

7.2.2.2.4 Calcul et consignation du nombre de particules dans l'air ambiant en fonction de la distance parcourue

Le laboratoire doit également indiquer le nombre de particules dans l'air ambiant en fonction de la distance parcourue afin de prendre en compte les modifications du réglage du débit d'air de refroidissement lors de l'essai de différents freins. Le nombre de particules dans l'air ambiant par unité de distance parcourue est calculé au moyen de l'équation [des équations] 7.1 et 7.2 :

réservé (Éq. 7.1)

$$SPN10_bEF = 10^6 \times SPN10_{b\#} \times NQ \div V_{Set} \quad \text{(Éq. 7.2)}$$

Où :

$SPN10_bEF$ est le SPN10 dans l'air ambiant à l'intérieur du tunnel de prélèvement, exprimé en nombre de particules par km ;

$SPN10_{b\#}$ est la concentration ambiante normalisée moyenne en SPN10, corrigée par le PCRF, dans le tunnel de prélèvement, exprimée en nombre de particules par Ncm^3 ;

*N*Q est le débit d'air normalisé moyen dans le tunnel de prélèvement, exprimé en Nm^3/h ;

V_{Set} est la vitesse linéaire nominale moyenne du cycle de freinage WLTP, exprimée en km/h.

a) La concentration ambiante en nombre de particules ($SPN10_{b\#}$) correspond à la valeur normalisée moyenne du SPN10, corrigée par le PCRF, calculée tout au long de la vérification de la concentration ambiante à partir des paramètres donnés dans le tableau A4/14 ;

b) Le laboratoire doit calculer le débit d'air de refroidissement moyen normalisé (*N*Q) pendant la procédure de vérification de la concentration ambiante à partir des paramètres donnés dans le tableau A4/14 ;

c) La vitesse linéaire nominale moyenne du cycle de freinage WLTP est de 43,7 km/h (V_{set}= 43,7 km/h) ;

d) Le laboratoire doit calculer et consigner les valeurs de la concentration ambiante de particules par unité de distance parcourue uniquement au niveau de l'essai, avant et après celui-ci, comme spécifié dans le tableau A4/14.

7.2.3 Débit d'air de refroidissement

Le laboratoire doit mesurer et consigner le débit d'air de refroidissement pendant toute la durée de la procédure d'essai de mesure des émissions de freinage. La mesure du débit d'air de refroidissement doit satisfaire aux prescriptions ci-après :

a) La méthode de mesure du débit d'air de refroidissement doit être telle que l'erreur de mesure soit de ±2 % de la valeur de consigne au maximum dans toutes les conditions de fonctionnement ;

b) Le débit d'air de refroidissement doit être mesuré en aval du plan de prélèvement. La figure A4/1 présente un emplacement indicatif du débitmètre (élément 10) ;

c) Pour une mesure en un seul point, placer le débitmètre au centre du conduit, à une distance d'au moins cinq fois le diamètre du conduit en aval et deux fois le diamètre du conduit en amont de toute perturbation d'écoulement. La zone de mesure du débit peut avoir un diamètre intérieur différent de celui du tunnel de prélèvement. Dans ce cas, le diamètre du conduit est le diamètre intérieur du conduit dans lequel se trouve le débitmètre. L'installation de celui-ci ne doit pas entraîner d'importantes variations de la pression (c'est-à-dire que la pression au niveau du débitmètre doit être égale à la pression ambiante ±1 kPa). Le diamètre intérieur du conduit doit être au moins égal à 35 % du diamètre intérieur du tunnel de prélèvement ;

d) Pour une mesure en plusieurs points, installer le débitmètre perpendiculairement au sens du flux, à une distance d'au moins cinq fois le diamètre du conduit en aval et deux fois le diamètre du conduit en amont de toute perturbation d'écoulement. Le diamètre du conduit est le diamètre intérieur du conduit dans lequel se trouve le débitmètre. Les prescriptions relatives à l'installation du débitmètre définies au point c) du présent paragraphe s'appliquent si le diamètre intérieur du conduit est différent de celui du tunnel de prélèvement ;

e) Utiliser un débitmètre étalonné pour indiquer le débit d'air dans des conditions normales. Pour une conversion adaptée aux conditions de fonctionnement, l'exactitude du capteur de température doit être de ±1 °C et les mesures de pression doivent avoir une exactitude et une précision de ±0,4 kPa ;

f) Si le débitmètre n'est pas étalonné pour indiquer les valeurs dans des conditions normales, s'assurer qu'il est équipé d'un capteur de température installé immédiatement en amont. Le capteur de température doit satisfaire au critère d'exactitude décrit au point e) du présent paragraphe. Cette mesure doit servir à normaliser les valeurs du débit d'air ;

g) Si le débitmètre n'est pas étalonné pour indiquer les valeurs dans des conditions normales, s'assurer qu'il tient compte de la mesure de la pression absolue ou de la pression par rapport à la pression atmosphérique relevée en amont. Les mesures de pression doivent satisfaire au critère de précision et d'exactitude décrit au point e) du présent paragraphe. Cette mesure doit servir à normaliser les valeurs du débit d'air ;

h) En cas d'utilisation de filtres à air pour protéger le débitmètre contre toute contamination, installer le filtre à une distance d'au moins cinq fois le diamètre du conduit en amont du débitmètre. Contrôler en continu la baisse de pression et, si nécessaire, corriger le débit d'air mesuré en conséquence. Suivre les recommandations du fabricant du débitmètre concernant le type et les spécifications du filtre protecteur.

Le laboratoire doit veiller à ce que le flux d'air de refroidissement soit constant tout au long de l'essai de mesure des émissions de freinage, comme suit :

i) La valeur de consigne (nominale) du débit d'air de refroidissement (Q_{set}) doit rester inchangée pendant toutes les phases d'un essai de mesure des émissions de freinage. La même valeur de consigne s'applique aux phases de réglage du débit d'air de refroidissement, de rodage et de mesure des émissions (y compris aux périodes de stabilisation thermique). Cela ne s'applique pas aux exécutions non validées de la phase de réglage du refroidissement, pour lesquelles la valeur de consigne du débit d'air de refroidissement peut être différente ;

j) Pendant la phase de réglage du débit d'air de refroidissement, le débit d'air mesuré moyen doit être égal à la valeur de consigne définie au début de l'essai ±5 % ;

k) Pendant la phase de rodage, le débit d'air de refroidissement mesuré moyen doit être égal à la valeur nominale définie au cours de la phase de réglage du débit d'air de refroidissement pour le frein considéré ±5 % ;

l) Pendant la phase de mesure des émissions, le débit d'air de refroidissement mesuré moyen doit être égal à la valeur nominale définie lors de la phase de réglage du débit d'air de refroidissement pour le frein considéré ±5 % ;

m) Le laboratoire calcule et consigne la moyenne dans le temps du débit d'air de refroidissement mesuré à toutes les phases de l'essai, comme défini dans le tableau A4/14 ;

n) Si le débit d'air de refroidissement nominal ou mesuré moyen ne satisfait pas aux prescriptions énoncées dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable ;

o) L'écart entre le débit d'air de refroidissement instantané et la valeur nominale peut être compris entre 5 % et 10 % de la valeur nominale pour une période ne dépassant pas 5 % de la durée du cycle, à condition que le débit d'air de refroidissement mesuré moyen satisfasse aux prescriptions énoncées dans le présent paragraphe. Cette disposition s'applique aux phases de réglage du débit d'air de refroidissement et de mesure des émissions :

   i) Pour la phase de réglage du débit d'air de refroidissement, l'écart entre le débit d'air de refroidissement instantané et la valeur de consigne peut être compris entre 5 % et 10 % pendant une durée maximale de 264 s ;

   ii) Pour la phase de mesure des émissions, l'écart entre le débit d'air de refroidissement instantané et la valeur de consigne peut être compris entre 5 % et 10 % pendant une durée maximale de 792 s (périodes de stabilisation thermique non comprises) ;

p) Outre la conformité aux limites moyennes et instantanées définies dans le présent paragraphe, le débit d'air de refroidissement, combiné au débit d'air dans les lignes de prélèvement pour la mesure de la masse de matières particulaires et du nombre de particules, doit satisfaire aux prescriptions isocinétiques énoncées respectivement aux paragraphes 12.1.2.3 et 12.2.3.2 ;

q) Un contrôle d'étanchéité du système visant les conduits et le carter doit être effectué avant l'essai. Le débit d'air de refroidissement doit être réglé à la valeur définie pour l'essai du frein considéré et mesuré pendant au moins 2 min après sa stabilisation. Si le débit mesuré moyen est égal à la valeur de consigne ±5 %, on procède à l'essai. S'il s'en écarte de plus de 5 %, il faut interrompre les essais, vérifier le débitmètre, repérer les éventuelles sources de fuite, prendre des mesures pour résoudre le problème et poursuivre les essais en effectuant d'abord une vérification concluante de l'étanchéité. D'autres méthodes conformes aux spécifications du fabricant du système peuvent être appliquées pour déterminer le taux de fuite du système. Toutefois, le laboratoire doit toujours consigner le niveau réel de fluctuation du débit par rapport à la valeur de consigne ;

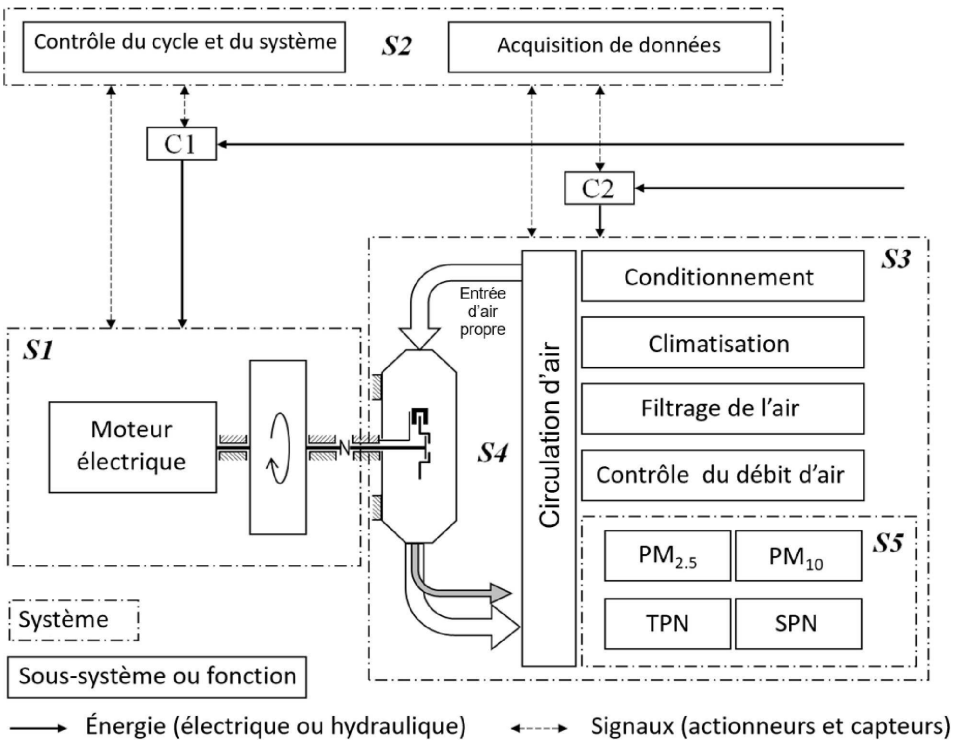
r) Le laboratoire doit indiquer le débit d'air de refroidissement dans le fichier de données temporelles de mesure des émissions de freinage. Il doit également indiquer le débit d'air réel et le débit d'air normalisé, tels que définis dans le tableau A4/14.

7.3 Banc dynamométrique et systèmes d'automatisation

Le banc dynamométrique est un système technique qui fournit l'énergie cinétique contrôlée au frein soumis à l'essai. Il sert principalement à transformer l'énergie cinétique de rotation en énergie thermique (fig. A4/2 – S1). La figure A4/2 présente un schéma du système d'essai incorporant le banc dynamométrique et montre les interactions avec les sous-systèmes au minimum nécessaires à la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage conformément au présent Règlement.

Figure A4/2

Banc dynamométrique et systèmes d'automatisation dans l'ensemble de la configuration d'essai



Note : S1 : Banc dynamométrique, S2 : système d'automatisation, de contrôle et d'acquisition de données, S3 : unité de conditionnement d'air, S4 : carter du frein et plan de prélèvement, S5 : système de mesure des émissions. C1 et C2 : système de contrôle et de surveillance de l'énergie du laboratoire. La flèche grise représente l'échantillon d'aérosol provenant du frein soumis à l'essai.

Le banc dynamométrique doit comporter au moins les éléments suivants :

a) Un moteur électrique à vitesse variable permettant d'augmenter la vitesse de rotation ou de la maintenir à un niveau constant et de moduler l'inertie d'essai selon les besoins de l'essai ;

b) Une servocommande (hydraulique ou électrique) servant à actionner le frein soumis à l'essai ;

c) Un dispositif mécanique destiné à monter le frein soumis à l'essai, à permettre la libre rotation du disque ou du tambour et à absorber les forces de réaction du freinage ;

d) Une structure rigide sur laquelle tous les sous-systèmes obligatoires seront montés. Cette structure doit pouvoir absorber les forces et le couple que produit le frein soumis à l'essai ;

e) Des capteurs et dispositifs permettant de collecter des données et de suivre le fonctionnement du système d'essai.

Le système d'automatisation, de contrôle et d'acquisition de données fait partie intégrante du système d'essai (fig. A4/2 – S2). Il contrôle en permanence le régime du moteur, le fonctionnement des différents systèmes et les interactions entre ces systèmes (fig. A4/2 – S3, S4, S5). Les sous-systèmes S3, S4 et S5 sont décrits en détail respectivement aux paragraphes 7.2, 7.4 à 7.5 et 12.1 à 12.2. Les différents éléments et sous-systèmes de la figure A4/2 sont présentés à titre indicatif. La stricte conformité à la figure n'est donc pas exigée.

Le système d'automatisation, de contrôle et d'acquisition de données remplit toutes les fonctions permettant d'effectuer l'essai de mesure des émissions de freinage. Il augmente la vitesse de rotation du frein pendant les phases d'accélération, maintient une vitesse constante pendant les phases de marche à vitesse constante et module le couple de frottement pendant les phases de décélération afin de réduire l'énergie cinétique des masses en rotation. En outre, il fournit une interface à l'opérateur, stocke les données de l'essai et gère les interfaces avec les autres systèmes du laboratoire. Le système d'automatisation doit pouvoir actionner un dispositif de régulation active du couple agissant sur le moteur électrique pour augmenter ou diminuer l'inertie d'essai effective totale pendant les phases de décélération. Le moteur électrique doit également pouvoir absorber une partie de l'énergie cinétique correspondant à la résistance à l'avancement sur route et au freinage sans friction de la chaîne de traction du véhicule. Le logiciel qui exploite le système d'essai doit pouvoir assurer au moins les fonctions suivantes :

f) Exécuter le cycle de conduite automatiquement en faisant fonctionner tous les processus en boucle fermée (principalement pour les commandes de frein, le traitement de l'air de refroidissement et les instruments de mesure des émissions) ;

g) Prélever et enregistrer en permanence des données provenant de tous les capteurs pertinents afin de produire les données de sortie définies à la section 13 de la présente annexe ;

h) Surveiller les signaux, les messages, les alarmes ou les arrêts d'urgence provenant de l'opérateur et des différents systèmes connectés au système d'essai.

7.4 Conception du carter du frein

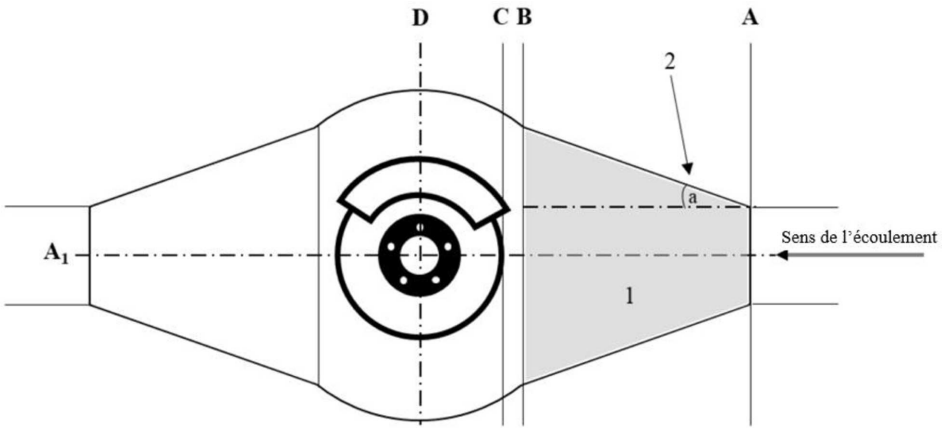
Le carter du frein est la chambre d'essai dans laquelle le dispositif de freinage est installé lors des essais de mesure des émissions de freinage. Il s'agit d'une chambre étanche qui empêche l'air non traité d'entrer et de contaminer l'air circulant autour du dispositif de freinage. Le carter du frein dirige de l'air conditionné uniforme pour refroidir le frein et transporter l'aérosol dans le tunnel de prélèvement. Les prescriptions relatives à la conception du carter du frein visent à établir des directives générales pour garantir la comparabilité des systèmes en ce qui concerne l'efficacité du refroidissement du frein et du transport des particules. La figure A4/1 présente un emplacement indicatif du carter du frein (élément 4).

7.4.1 Éléments généraux

Le carter du frein est représenté à titre indicatif dans la figure A4/3. Il est défini par un plan horizontal et quatre plans verticaux. Le plan A_1 représente le niveau horizontal aligné avec l'axe de rotation du frein et l'axe des conduits d'entrée et de sortie. Le plan A représente le plan vertical aligné avec l'entrée du carter. Le plan B représente le plan vertical à la fin de la transition entre le conduit d'entrée et la partie centrale du carter. Le plan C est défini par le plus grand dispositif de freinage utilisé sur les véhicules relevant du champ d'application du présent Règlement ou par tout frein de dimensions analogues (c'est-à-dire d'un diamètre de 450 mm). Le plan D représente le plan vertical aligné avec l'axe de rotation du frein.

Figure A4/3

Représentation schématique indicative du carter du frein



Le volume de transition d'entrée (fig. A4/3 – 1), défini comme étant la partie du carter située entre les plans A et B, est représenté par la couleur grise. L'angle de transition «a» (fig. A4/3 – 2) représente la fluidité de l'évolution de la zone de transition dans le carter. Dans la figure A4/3, l'air de refroidissement circule de droite à gauche.

7.4.2 Spécifications de conception

Les spécifications générales ci-après concernant la conception du carter du frein et la vérification de la qualité du mélange et de l'uniformité du flux à l'intérieur du carter doivent être satisfaites :

a) Le carter du frein doit avoir deux parties coniques ou trapézoïdales recoupant un cylindre de telle sorte que l'intersection entre leur axe longitudinal et l'axe de rotation du frein coïncide avec le centre de ce cylindre ;

b) La transition entre le plan A et le plan B doit être progressive et continue, sans variation brusque. Ces prescriptions s'appliquent au plan vertical, le long de l'axe du conduit, et au plan horizontal A_1 le long de la section transversale du carter (cylindre d'intersection) ;

c) Les parties transversales d'entrée et de sortie doivent être conçues de sorte que les angles de transition soient faibles ($15° \leq a \leq 30°$) afin d'éviter des variations brusques de forme ou de taille ;

d) Les points de transition entre les segments ne doivent pas présenter d'imperfections ni de caractéristiques susceptibles de retenir des particules émanant du frein qui pourraient être mises en suspension dans l'air plus tard au cours de l'essai ;

e) Si des fixations sont appliquées aux points de transition, elles ne doivent pas faire saillie dans la zone du carter ;

f) L'air de refroidissement doit entrer dans le carter et en sortir uniquement dans le sens horizontal (c'est-à-dire que l'axe central du carter défini par le plan A_1 doit être aligné avec le sens du flux d'air). Le tunnel doit être horizontal et rectiligne sur une longueur au moins égale à deux fois le diamètre du conduit ($2\ d_i$) en amont de l'entrée du carter. Le conduit du tunnel doit aussi être horizontal à la sortie du carter, au moins jusqu'à une distance égale à deux fois le diamètre de conduit ($2\ d_i$) en aval du plan de prélèvement, comme indiqué au paragraphe 7.5 ;

g) Les surfaces du carter du frein qui entrent en contact avec l'aérosol doivent être sans soudure. De l'acier inoxydable poli par électrolyse (ou un matériau équivalent) doit être utilisé afin d'obtenir une surface aussi propre et lisse que possible ainsi qu'une meilleure résistance à la corrosion ;

h) Tous les matériaux (y compris les joints) doivent être choisis de manière à assurer une protection suffisante contre les matières utilisées (par exemple, le liquide de frein) pendant l'installation. Tous les interstices et interfaces du carter doivent être scellés de manière étanche à l'air au moyen de joints d'étanchéité ou d'éléments équivalents ;

i) Le débit d'air à l'entrée du carter doit rester turbulent, le nombre de Reynolds devant être d'au moins 4 000 pour tous les paramètres d'essai correspondants pour que le mélange soit suffisant. Le nombre de Reynolds (R_e) pour un essai de mesure des émissions de freinage donné doit être calculé au moyen de l'équation 7.3 ;

$$R_e = (U \times d_i)/(\upsilon \times 3.6 \times 1000) \qquad \text{(Éq. 7.3)}$$

Où :

R_e est le nombre de Reynolds pour l'essai de mesure des émissions de freinage donné (sans unité) ;

U est la vitesse moyenne de l'air de refroidissement dans le tunnel de prélèvement, en km/h ;

d_i est le diamètre du tunnel de prélèvement, en mm, tel que décrit dans le tableau A4/1 ;

υ est la viscosité cinématique de l'air (utiliser $1{,}48 \times 10^{-5}$ m^2/s comme valeur par défaut).

La vitesse moyenne de l'air de refroidissement dans le tunnel de prélèvement peut être calculée à partir du débit d'air mesuré et du diamètre intérieur du tunnel de prélèvement au moyen de l'équation 7.4 :

$$U = (4 \times 10^3 \times Q)/(\pi \times d_i^2) \qquad \text{(Éq. 7.4)}$$

Où :

Q est le débit d'air de refroidissement mesuré, en m^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;

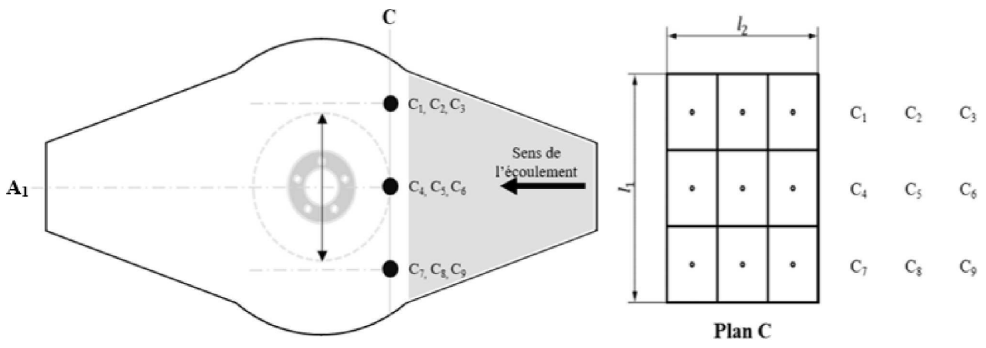
d_i est le diamètre intérieur du tunnel de prélèvement, en mm, tel que décrit dans le tableau A4/1 ;

j) Le plan C est tangent à un disque arbitraire de diamètre 450 mm. La partie transversale à l'entrée du carter doit être conçue de manière telle que la vitesse de l'air au plan C reste inférieure à la tolérance admissible maximale pour l'uniformité de la vitesse, définie au point l) du présent paragraphe. Au besoin, des redresseurs de flux ou des plaques de diffusion doivent être utilisés du côté de l'entrée, en amont du plan B, afin de garantir le niveau le plus élevé possible d'uniformité du flux au plan C ;

k) La vitesse de l'air doit être calculée en neuf points du plan C, tels que définis à la figure A4/4. On divise le plan C en neuf zones égales en traçant des lignes parallèles aux côtés du plan (l_1 représente la hauteur du plan C et l_2 sa profondeur axiale). Le point C5 est le centre du plan C. Les huit autres points doivent être répartis de manière égale autour du point C5 et placés au centre des carrés formés par les lignes imaginaires entre le point C5 et les parois du carter sur le plan C, comme le montre la figure A4/4 ;

Figure A4/4

Points de référence pour la vérification de la vitesse de l'air



Note : Côté gauche : vérification de la qualité du mélange et de l'uniformité du flux au moyen du plan C pour un disque de 450 mm de diamètre extérieur. Côté droit : répartition des points de mesure sur le plan C (vue dans le sens du flux).

l) La vitesse de l'air doit être mesurée aux neuf points du plan C sans qu'un dispositif de frein ou support de frein soit installé. Tous les conduits d'air de refroidissement utilisés pour l'essai de mesure des émissions de freinage doivent rester raccordés au carter pendant la durée de ces mesures. Les mesures sont effectuées aux débits minimal et maximal de fonctionnement du système d'essai. On laisse le débit se stabiliser pendant au moins 2 min avant d'effectuer chaque mesure. Le débit d'air est considéré comme stabilisé si le débit moyen mesuré dans le tunnel de prélèvement est égal à la valeur de consigne ±5 %. La vitesse doit être mesurée pendant au moins 2 min après la stabilisation. La période de mesure doit être suffisamment longue pour permettre de détecter toute instabilité dans la courbe de vitesse de l'air susceptible de fausser les valeurs de cette vitesse. L'écart entre la vitesse de l'air à chaque point et la moyenne arithmétique de toutes les mesures effectuées pour un débit donné doit être inférieur ou égal à 35 %.

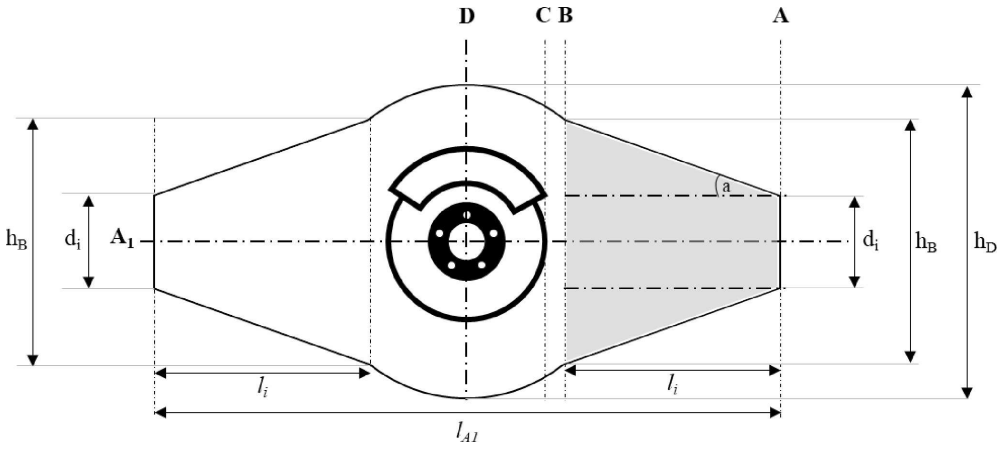
Le nettoyage et l'entretien du carter du frein doivent être conformes aux spécifications du fabricant concernant la fréquence et les moyens à utiliser. Avant de commencer un essai de mesure des émissions de freinage, le laboratoire doit s'assurer que le carter est propre.

7.4.3 Dimensions

Le laboratoire doit apporter tout le soin qui s'impose au choix du carter du frein pour faire en sorte qu'il soit adapté au plus grand dispositif de freinage utilisé sur les véhicules relevant du champ d'application du présent Règlement. Il pourrait notamment ajouter des éléments supplémentaires destinés à réduire les émissions de particules (par exemple, les filtres du frein), à condition que leurs dimensions correspondent à celles de la roue sur laquelle le frein est monté. Il doit en outre vérifier que le carter choisi est compatible avec la vitesse, l'inertie d'essai du frein et le couple de freinage prévus pendant l'essai. Des carters de frein surdimensionnés peuvent créer des zones de basse pression, réduire la vitesse de l'air permettant d'atteindre les températures cibles du frein et allonger le temps de transport des particules. La figure A4/5 présente un schéma indicatif des principales dimensions du carter.

Figure A4/5

Représentation schématique indicative du carter du frein et de ses principales dimensions



Les spécifications minimales concernant les dimensions du carter du frein sont décrites ci-dessous. Outre les spécifications relatives aux dimensions décrites dans le présent paragraphe, le laboratoire doit s'assurer que les dimensions choisies permettent d'obtenir un modèle satisfaisant à toutes les prescriptions définies au paragraphe 7.4.2 :

a) Concevoir le carter du frein de manière qu'il soit disposé symétriquement par rapport au plan A_1. La longueur du plan A_1 (l_{A1}) représente la plus grande dimension (en longueur) du carter dans le sens du flux. Elle doit être comprise entre 1 200 mm et 1 400 mm (1 200 mm ≤ l_{A1} ≤ 1 400 mm) ;

b) Concevoir le carter du frein de manière qu'il soit disposé symétriquement par rapport au plan D. La longueur du plan D (h_D) représente la plus grande dimension (en hauteur) du carter perpendiculairement au sens du flux. La hauteur du plan D doit être comprise entre 600 mm et 750 mm (600 mm ≤ h_D ≤ 750 mm) ;

c) La distance entre le plan C et le plan D est égale au rayon du plus grand frein disponible sur le marché pour les véhicules visés par le présent Règlement. L'emplacement du plan C dans la figure A4/5 est indiqué à titre d'illustration et ne correspond à aucune spécification dimensionnelle réelle ;

d) Définir la hauteur du plan B (h_B) de manière que le rapport h_B/h_D soit toujours supérieur à 60 % (h_B/h_D > 60 %). La profondeur de la transition entre la section transversale et le plan B doit être égale à la profondeur axiale du carter telle que définie au point g) du présent paragraphe ;

e) Définir la longueur (l_i) et la hauteur (h_B) du passage vers la sortie de manière qu'elles correspondent à la longueur (l_i) et à la hauteur (h_B) du passage depuis l'entrée ;

f) Les diamètres de l'entrée et de la sortie (d_i) doivent être égaux au diamètre du conduit dans le tunnel de prélèvement, comme indiqué au paragraphe 7.5 ;

g) La profondeur axiale maximale du carter du frein au plan D (parallèle à l'axe de rotation du frein) doit être comprise entre 400 mm et 500 mm.

7.4.4 Systèmes de filtration du frein

L'installation de systèmes de filtration du frein ou d'autres dispositifs de collecte de particules de freinage ne doit pas nuire aux performances de l'installation. Le positionnement, la longueur et les courbures des conduits des systèmes doivent être représentatifs des applications réelles. Certaines parties des systèmes de filtration du frein peuvent être installées à l'extérieur du carter, à condition que cela n'ait pas d'incidence sur le coefficient de rétention de particules desdits systèmes. Tout débit extrait du carter doit être renvoyé à l'entrée du tunnel, approximativement au centre de la section transversale. Si un système actif est conçu pour fonctionner avec un ou plusieurs filtres et un ventilateur pour plusieurs freins dans des applications automobiles, le débit supplémentaire nécessaire pour compenser le débit volumique associé aux autres freins doit être extrait par le tunnel en amont du carter (et en aval de la mesure du débit volumique). Le cas échéant, un nouveau filtre doit être utilisé pour la phase de rodage et celle de mesure des émissions conformément à la figure 2.

Il doit être satisfait à toutes les prescriptions du présent Règlement. Par exemple, les réglages du débit d'air de refroidissement doivent être effectués quand le système est installé et fonctionne comme lors des mesures d'émissions.

7.5 Conception du tunnel de prélèvement

Le tunnel de prélèvement est défini comme étant la partie située entre la sortie du carter du frein et l'entrée des sondes de prélèvement. La figure A4/1 présente l'emplacement indicatif du tunnel de prélèvement dans la configuration générale (élément 7). Le tunnel de prélèvement peut être conçu de deux manières : sans coude (fig. A4/1 a)) et avec un coude (fig. A4/1 b)). Le laboratoire doit veiller à ce que la conception du tunnel de prélèvement satisfasse aux prescriptions suivantes :

a) L'air de refroidissement doit circuler dans des conduits circulaires ne présentant aucune variation dans la section transversale entre la sortie du carter et le plan de prélèvement ;

b) De l'acier inoxydable poli par électrolyse (ou un matériau équivalent) doit être utilisé sur les surfaces du tunnel qui entrent en contact avec l'aérosol ;

c) Aucun passage entre des secteurs adjacents ne doit présenter d'imperfections ou de caractéristiques susceptibles de retenir des matières particulaires provenant du frein. Si cela n'est pas possible, il faut veiller à ce que les passages soient conçus de manière à réduire au minimum l'accumulation de matières particulaires ;

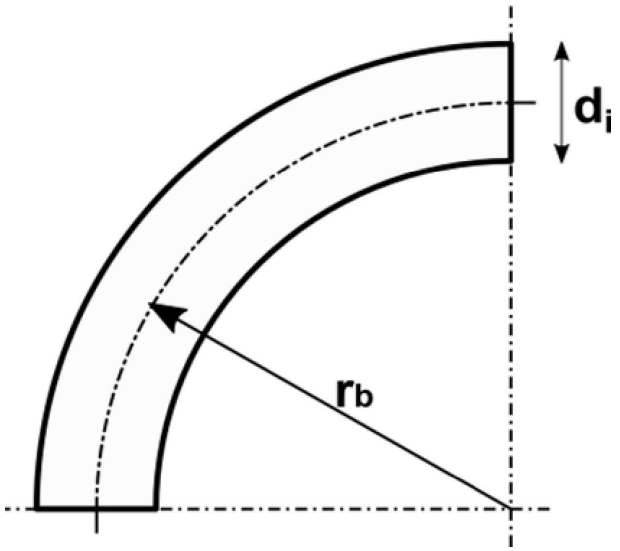
d) Les conduits doivent avoir un diamètre intérieur constant d_i compris entre 190 mm et 225 mm (190 mm ≤ d_i ≤ 225 mm). Ce diamètre d_i est défini comme indiqué à la figure A4/6 ;

e) Le tunnel de prélèvement (soit la partie en aval du carter du frein et en amont du plan de prélèvement) peut présenter au maximum un coude de 90° ou moins à condition que les spécifications définies aux alinéas f) et g) soient respectées ;

f) Si le tunnel de prélèvement est coudé, le rayon de courbure r_b doit être au moins égal à deux fois le diamètre intérieur du conduit (2 d_i). Le rayon de courbure est défini comme indiqué à la figure A4/6 ;

Figure A4/6

Définition du diamètre (d_i) et du rayon de courbure (r_b) du conduit



g) Si le tunnel de prélèvement est coudé, un conduit rectiligne d'une longueur d'au moins six fois le diamètre du conduit (6 d_i) doit séparer le coude du plan de prélèvement. En outre, un conduit rectiligne d'une longueur d'au moins deux fois le diamètre du conduit (2 d_i) doit séparer le plan de prélèvement de toute perturbation d'écoulement (par exemple, un second coude dans l'installation) ;

h) Si le tunnel de prélèvement n'est pas coudé, un conduit rectiligne d'une longueur d'au moins six fois le diamètre de conduit (6 d_i) doit séparer la sortie du carter du plan de prélèvement. En outre, un conduit rectiligne d'une longueur d'au moins deux fois le diamètre de conduit (2 d_i) doit séparer le plan de prélèvement de toute perturbation d'écoulement (par exemple, un coude dans l'installation ou un filtre permettant d'empêcher la contamination du débitmètre) ;

i) Les dispositions relatives aux conduits énoncées aux alinéas a), c) et d) du présent paragraphe s'appliquent au moins au conduit du tunnel sur une distance comprise entre deux fois le diamètre intérieur du conduit (2 d_i) en amont de l'entrée du carter et deux fois le diamètre intérieur du conduit (2 d_i) en aval du plan de prélèvement.

7.6 Plan de prélèvement

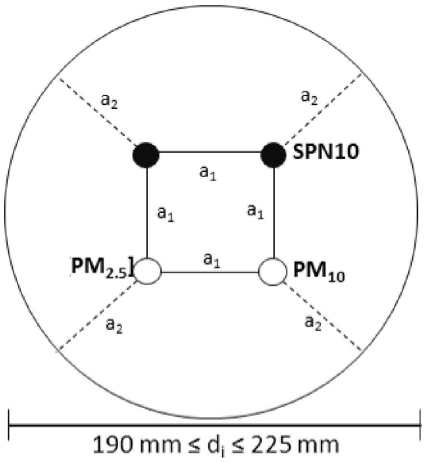
Le plan de prélèvement est le plan vertical du tunnel de prélèvement où se trouve l'entrée des sondes de prélèvement. La figure A4/1 présente l'emplacement indicatif du plan de prélèvement dans la configuration générale (élément 8). Les dispositions suivantes s'appliquent au plan de prélèvement :

a) Le prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires et des émissions en nombre de particules est effectué dans la même partie transversale du tunnel de prélèvement (voir le paragraphe 12.1.1.1 pour la mesure des émissions de matières particulaires et le paragraphe 12.2.1.1 pour la mesure des émissions en nombre de particules) ;

b) Une configuration à quatre sondes conforme aux prescriptions du présent paragraphe est choisie. La figure A4/7 indique le positionnement correct des sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires et des émissions en nombre de particules. Les dispositifs de mesure peuvent être positionnés différemment dans la configuration à quatre sondes si un diviseur de flux pour la mesure du nombre de particules est utilisé conformément au paragraphe 12.2.1.1 ;

Figure A4/7

Représentation graphique de l'espacement des sondes dans le tunnel



Note : Vue de la partie verticale dans le sens du flux dans le tunnel de prélèvement qui définit le plan de prélèvement. Les points blancs représentent les sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires ($PM_{2,5}$/PM_{10}). Les points noirs représentent les sondes de prélèvement pour la mesure des émissions en nombre de particules (SPN10).

c) Les sondes de prélèvement doivent être également espacées autour de l'axe longitudinal central du tunnel de prélèvement, le point de repère étant le centre de l'entrée de chaque sonde ;

d) Les sondes de prélèvement doivent être placées à une distance minimale de 47,5 mm les unes des autres (fig. A4/7 – $a_1 \geq 47{,}5$ mm). La distance est mesurée sur la base du diamètre extérieur des sondes de prélèvement ;

e) Les sondes de prélèvement doivent être placées à une distance radiale minimale de 47,5 mm de la paroi du tunnel (distance sonde-conduit) (fig. A4/7 – $a_2 \geq 47{,}5$ mm). La distance sonde-conduit est mesurée sur la base du diamètre extérieur des sondes de prélèvement.

8. Prescriptions relatives à la préparation de l'essai

8.1 Paramètres d'entrée

Le laboratoire doit disposer des paramètres ci-après relatifs au frein, et au véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté, pour effectuer les essais de mesure des émissions de freinage conformément au présent Règlement.

Tableau A4/3

Paramètres d'essai requis

N°	Paramètres d'entrée	Brève description	Symbole	Unité/ Format	Décimales
1	Marque et modèle du véhicule	Marque et modèle du véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté		–	s.o.
2	Type d'électrification du véhicule	Type d'électrification du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage (VEP, VEH-RE, VEH-NRE de catégorie 0, VEH-NRE de catégorie 1, VEH-NRE de catégorie 2 et véhicules équipés uniquement de moteurs à combustion interne) sur lequel le frein soumis à l'essai est monté		–	s.o.
3	Coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction	Coefficient du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage		–	2

N°	Paramètres d'entrée	Brève description	Symbole	Unité/ Format	Décimales
4	Essieu du véhicule	Essieu (avant ou arrière) du véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté	FA ou RA	–	s.o.
5	Emplacement de montage du frein sur le véhicule	Emplacement du frein soumis à l'essai sur le véhicule (à droite ou à gauche)	RHC ou LHC	–	s.o.
6	Masse d'essai du véhicule	Masse du véhicule à simuler sur le banc dynamométrique, telle que définie à l'alinéa a) du présent paragraphe	M_{veh}	kg	0
7	Répartition de la force de freinage	Rapport entre la force de freinage de chaque essieu et la force de freinage totale sur le véhicule, tel que décrit à l'alinéa b) du présent paragraphe	FAF ou RAF	%	0
8	Modèle de support	Support du dispositif de freinage tel que décrit au paragraphe 8.4.1	L0-U ou L0-P	–	s.o.
9	Code d'identification du disque ou du tambour	Code apposé par le fabricant du frein sur le disque ou le tambour		–	s.o.
10	Code d'identification du matériau de friction	Code apposé par le fabricant du matériau de friction sur les plaquettes ou mâchoires de frein		–	s.o.
11	Charge nominale de la roue	Charge au niveau du frein soumis à l'essai (avant ou arrière) avant la prise en compte de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte, telle que définie à l'alinéa c) du présent paragraphe	WL_{n-f} ou WL_{n-r}	kg	1
12	Charge d'essai de la roue (ou charge appliquée à la roue)	Charge au niveau du frein soumis à l'essai (avant ou arrière) compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte, telle que définie à l'alinéa d) du présent paragraphe	WL_{t-f} ou WL_{t-r}	kg	1
13	Rayon de roulement dynamique du pneumatique	Rayon du pneumatique qui équivaut au nombre de tours par unité de distance parcourue, tel que publié par le fabricant pour la taille de pneumatique donnée	r_R	mm	0
14	Rayon effectif du frein	Distance définie à l'alinéa e) du présent paragraphe	r_{eff}	mm	1
15	Inertie nominale du frein	Charge de la roue, pour un rayon de giration égal au rayon de roulement dynamique du pneumatique, qui produit sur le frein de service la même énergie cinétique que dans le véhicule réel, telle que définie à l'alinéa f) du présent paragraphe	I_n	$kg \cdot m^2$	1
16	Inertie d'essai du frein (ou inertie appliquée au frein)	Inertie nominale du frein après soustraction des forces de décélération induites par la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou tout autre type de perte, telle que définie à l'alinéa g) du présent paragraphe	I_t	$kg \cdot m^2$	1
17	Diamètre extérieur maximal du disque ou tambour	Le plus grand diamètre du disque ou du tambour soumis à l'essai	OD	mm	1

N°	Paramètres d'entrée	Brève description	Symbole	Unité/ Format	Décimales
18	Masse du disque	Masse du disque avant l'essai, utilisée pour l'affectation du frein soumis à l'essai à un groupe fondé sur le rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque, tel que décrit au paragraphe 10	DM	kg	4
19	Nombre de pistons par côté	Nombre de pistons sur un côté de l'étrier de frein		-	s.o.
20	Diamètre moyen (ou hydraulique) du piston	Diamètre du piston du frein soumis à l'essai, tel que défini à l'alinéa h) du présent paragraphe		mm	2
21	Couple de serrage du boulon de l'étrier sur le support	Couple de serrage suggéré pour les boulons de l'étrier, s'il est spécifié par le fabricant du frein		N·m	1
22	Couple de serrage du boulon du disque ou du tambour sur le moyeu	Couple de serrage suggéré pour les boulons du disque ou du tambour, s'il est spécifié par le fabricant du frein		N·m	1
23	Efficacité de l'étrier ou du tambour de frein	Efficacité permettant de tenir compte des pertes internes par frottement, de la course des interfaces ou du piston, si elle est spécifiée par le fabricant du frein. Sinon, utiliser 100 %	H	%	0
24	Pression seuil	Pression minimale permettant de surmonter la résistance interne avant l'obtention du couple de freinage telle que définie au paragraphe 3.1.19 du présent Règlement	$p_{threshold}$	kPa	1
25	Limite de voile ou d'excentricité de la piste	Excentricité ou voile maximal autorisé si le disque ou le tambour est installé sur le support de frein	BRO	µm	0

Les considérations ci-après doivent être prises en compte lors du calcul de certains des paramètres d'essai requis indiqués dans le tableau A4./3 :

a) La masse d'essai du véhicule (M_{veh}) est égale à la masse en ordre de marche plus la masse de l'équipement optionnel d'un véhicule donné (kg) sur lequel le frein soumis à l'essai est monté et :

   i) 37,5 kg, ce qui correspond à une masse supplémentaire de 0,5 passager pour les véhicules de la catégorie M_1 ;

   ii) 25 kg plus 28 % de la charge maximale pour les véhicules de la catégorie 2 dont la masse totale en charge est inférieure à 3 500 kg ;

b) La répartition de la force de freinage (FAF ou RAF) est le rapport entre la force de freinage de chaque essieu et la force de freinage totale sur le véhicule. FAF représente la part de la force de freinage appliquée à l'essieu avant. RAF représente la part de la force de freinage appliquée à l'essieu arrière. La répartition de la force de freinage est exprimée en pourcentage. Pour chaque véhicule, cette répartition (FAF ou RAF) est indiquée par le constructeur. La répartition de la force de freinage fondée sur la méthode par défaut du Règlement ONU n° 90 ne doit être appliquée que si la valeur précise indiquée par le constructeur du véhicule n'est pas disponible. Elle correspond à :

   i) 77 % pour l'essieu avant et 32 % pour l'essieu arrière dans le cas des véhicules de la catégorie 1-1 ;

ii) 66 % pour l'essieu avant et 39 % pour l'essieu arrière dans le cas des véhicules de la catégorie 2 dont la masse totale en charge est inférieure à 3 500 kg ;

c) La charge nominale par roue (WL_n) représente la charge sur le frein soumis à l'essai (à l'avant ou à l'arrière) avant la prise en compte de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte. Elle est fonction de la masse d'essai du véhicule et de la répartition de la force de freinage et on l'obtient au moyen des équations 8.1a et 8.1b. Elle sert à calculer la charge d'essai de la roue et à classer le frein soumis à l'essai dans un groupe fondé sur le rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque (WL_{n-f}/DM) lors du réglage des paramètres de refroidissement, comme spécifié au paragraphe 10 :

$$WL_{n-f} = 0,5 \times M_{veh} \times FAF \quad \text{(Éq. 8.1a)}$$

$$WL_{n-r} = 0,5 \times M_{veh} \times RAF \quad \text{(Éq. 8.1b)}$$

Où :

WL_{n-f} est la charge nominale de la roue avant, en kg, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

WL_{n-r} est la charge nominale de la roue arrière, en kg, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

M_{veh} est la masse d'essai du véhicule, en kg, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

FAF est la part de la force de freinage appliquée à l'essieu avant, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

RAF est la part de la force de freinage appliquée à l'essieu arrière, telle que décrite dans le tableau A4/3;

d) La charge d'essai de la roue (ou charge appliquée à la roue) (WL_t) représente la charge au niveau du frein soumis à l'essai (avant ou arrière) compte tenu de la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou de tout autre type de perte. Elle est fonction de la charge nominale de la roue et on l'obtient au moyen des équations 8.2a et 8.2b. WL_t est réduite de 13 % par rapport à WL_n afin de tenir compte de la résistance à l'avancement sur route du véhicule dans des conditions réelles de fonctionnement. WL_t est appliquée pendant toute la durée de l'essai de mesure des émissions de freinage, c'est-à-dire pendant les phases de réglage du débit d'air de refroidissement, de rodage et de mesure des émissions :

$$WL_{t-f} = 0,87 \times WL_{n-f} \quad \text{(Éq. 8.2a)}$$

$$WL_{t-r} = 0,87 \times WL_{n-r} \quad \text{(Éq. 8.2b)}$$

e) Le rayon effectif du frein (r_{eff}) représente, pour des freins à disque, la distance entre le centre de rotation et l'axe longitudinal du ou des pistons de l'étrier s'ils sont assemblés sur le support.. Pour un frein à tambour, le rayon effectif est égal à la moitié du diamètre intérieur du tambour ;

f) L'inertie nominale du frein (I_n) représente la charge de la roue, pour un rayon de giration égal au rayon de roulement dynamique du pneumatique, qui produit sur le frein de service la même énergie cinétique que dans le véhicule. Elle est fonction de la charge nominale de la roue et du rayon de roulement dynamique du pneumatique et on l'obtient au moyen de l'équation 8.3 :

$$I_n = WL_n \times {r_R}^2 \quad \text{(Éq. 8.3)}$$

Où :

I_n est l'inertie nominale du frein, en kg m^2, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

WL_n est la charge nominale de la roue, en kg, telle que décrite dans le tableau A4/3 ;

${r_R}^2$ est le rayon de roulement dynamique du pneumatique, en m, tel que décrit dans le tableau A4/3 ;

g) L'inertie d'essai du frein (ou inertie appliquée au frein) (I_t) représente l'inertie nominale du frein après soustraction des forces de décélération générées par la résistance à l'avancement sur route du véhicule ou tout autre type de perte. Elle constitue la principale source d'énergie cinétique lors du freinage. Elle est fonction de l'inertie nominale du frein et on l'obtient au moyen de l'équation 8.4. L'inertie d'essai est réduite de 13 % par rapport à l'inertie nominale afin de tenir compte des pertes dues à la résistance à l'avancement sur route du véhicule dans des conditions de conduite réelles. L'inertie d'essai du frein s'applique à l'ensemble de l'essai de mesure des émissions de freinage, c'est-à-dire aux phases de réglage du débit d'air de refroidissement, de rodage et de mesure des émissions :

$$I_t = 0,87 \times I_n \qquad \text{(Éq. 8.4)}$$

h) Pour les freins à tambour, le diamètre moyen (ou hydraulique) du piston (d_{piston}) est le diamètre du piston du cylindre de roue. Pour les freins à disque, il représente le diamètre équivalent du piston du frein soumis à l'essai. Si l'étrier de frein contient plusieurs (n) pistons, le laboratoire doit déterminer le diamètre hydraulique du piston en utilisant les diamètres équivalents des différents pistons agissant sur un côté de l'étrier à l'aide de l'équation 8.5 :

$$d_{piston} = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \ldots + d_n^2} \qquad \text{(Éq. 8.5)}$$

8.2 Préparation de la configuration d'essai

Avant de commencer un essai de mesure des émissions de freinage, le laboratoire doit effectuer les tâches suivantes :

a) Vérifier si l'ensemble des documents relatifs à l'essai, les informations sur le frein et le programme de contrôle sont disponibles, si le banc dynamométrique a les capacités requises et si les conditions d'essai sont réunies ;

b) Mettre à jour ou téléverser le programme de contrôle, les paramètres et conditions d'essai et les informations sur le frein dans le système de contrôle du banc dynamométrique ;

c) Installer le disque/tambour de frein sur l'appareillage d'essai en reliant la contre-pointe à l'arbre principal du banc dynamométrique au moyen des adaptateurs, conformément aux spécifications décrites au paragraphe 8.4.1 ;

d) Mesurer le voile ou l'excentricité de la piste (BRO) en plaçant la pointe du comparateur à cadran à 10 mm du bord extérieur (OD) sur la surface extérieure ou intérieure du disque (freins à disque) ou en plaçant le comparateur radialement vers l'extérieur et à 10 mm de l'axe longitudinal de la surface intérieure du tambour (freins à tambour). Les plaquettes ou les mâchoires de frein ne doivent pas être montées pendant cette mesure. Vérifier que le voile ou l'excentricité de la piste est inférieur(e) à 50 µm en faisant tourner manuellement le disque ou le tambour installé sur le banc dynamométrique. Terminer l'installation du tambour après avoir mesuré le voile ou l'excentricité de la piste. Si des pièces du frein doivent être démontées pour terminer l'installation, il faut effectuer une mesure de vérification afin de démontrer que le voile ou l'excentricité de la piste est correct une fois l'installation terminée. Si le voile ou l'excentricité de la piste dépasse 50 µm, il faut ajuster la fixation du frein sur le support ou inspecter les pièces du frein pour réduire le voile ou l'excentricité à une valeur inférieure à 50 µm. Si, avant le début de l'essai, le voile ou l'excentricité continue de dépasser la limite définie au présent paragraphe, l'essai n'est pas valable. Indiquer la valeur mesurée (réelle) du voile ou de l'excentricité dans le tableau A4/14 ;

e) Vérifier que les valeurs du couple et de la pression sont nulles avant chaque essai de mesure des émissions de freinage. La vérification doit avoir lieu alors que les pistons de l'étrier et les plaquettes de frein sont entièrement rétractés. Les pièces de frein ne doivent pas toucher le disque et le système d'application hydraulique du banc dynamométrique doit être en position relâchée. Dans cette position, les capteurs de couple et de pression doivent être réglés conformément aux spécifications du fabricant de l'équipement de façon à indiquer une valeur nulle ou aussi proche de zéro que possible dans les limites de tolérance définies au tableau A4/18. La valeur relevée doit rester affichée pendant au moins 30 s sans modification de la position du frein afin que la stabilisation soit confirmée. Dans le cas d'un frein à tambour, procéder au réglage une fois l'ensemble du plateau de frein (mâchoires comprises) installé mais sans la partie rotative (tambour) ;

f) Installer les plaquettes ou les mâchoires de frein et procéder à une purge complète du frein afin d'éliminer les bulles d'air des conduites de freinage allant du maître-cylindre jusqu'au frein ;

g) Effectuer une inspection visuelle du frein soumis à l'essai, du support de frein, des fils du thermocouple et des conduites de freinage hydrauliques pour garantir un bon acheminement et des raccordements corrects ;

h) S'assurer que tous les instruments sont disponibles conformément à la procédure normalisée d'utilisation et de nettoyage définie par leurs fabricants. S'assurer que tous les filtres sont disponibles conformément à la procédure normalisée de conditionnement, de manipulation et de stockage définie par leur fabricant ;

i) Il est important de procéder à une purge du frein pour s'assurer qu'il ne reste aucune bulle d'air dans la conduite de freinage. Effectuer des freinages statiques à des pressions comprises entre 300 et 3 000 kPa afin de vérifier la courbe de déplacement de liquide pour le contrôle de la purge et l'inspection visuelle de toute fuite de liquide à l'intérieur du carter. À cette fin, il est possible d'utiliser un capteur de déplacement du liquide de frein ou une méthode d'évaluation équivalente.

Rétracter l'étrier et les plaquettes de frein pour faire en sorte qu'il n'y a aucun contact entre les plaquettes et le disque (dans le cas d'un frein à tambour, vérifier que le jeu entre les mâchoires et le tambour est réglé à la valeur nominale recommandée par le fabricant) ;

j) Fermer le carter du frein, mettre en marche le système de conditionnement ambiant et vérifier le bon fonctionnement du système de contrôle de l'air de refroidissement, conformément aux spécifications définies au paragraphe 7.2 ;

k) Appliquer une pression de 2 000 kPa à trois reprises (maintenir la pression pendant 2 secondes à chaque fois) pour réinitialiser le frein (cette étape peut être omise pour les freins à tambour). Effectuer des mesures à trois vitesses linéaires différentes (5 km/h, 50 km/h et 135 km/h) comme suit : accélérer pour atteindre la vitesse cible, maintenir la vitesse pendant 120 secondes (à une pression de freinage nulle) pour la stabiliser, puis mesurer le signal de couple pendant 30 secondes supplémentaires. La mesure du couple résiduel correspond à la moyenne de ce signal de couple calculée en fonction du temps sur une période de 30 secondes. Un niveau d'accélération de 1 m/s^2 pour 5 km/h et de 2 m/s^2 pour les deux autres vitesses cibles est appliqué. Vérifier que, pendant les 30 dernières secondes de chaque marche à vitesse constante, le couple de freinage résiduel mesuré (tel que défini au paragraphe 3.3.26 du présent Règlement) ne dépasse pas 10 N·m (compte non tenu du couple absorbé par le banc dynamométrique, le cas échéant, qui peut être mesuré séparément sans que le frein soit installé). Si la mesure du couple résiduel dépasse cette valeur, répéter la procédure après avoir vérifié à nouveau le voile ou l'excentricité de la piste, le jeu entre les composants mobiles et fixes (y compris le câblage des thermocouples), la purge des freins et l'alignement du support. Si le couple résiduel mesuré du dispositif de freinage soumis à l'essai dépasse 10 N·m, l'essai n'est pas valable ;

l) Répéter 10 fois le premier freinage du cycle de freinage WLTP pour vérifier la collecte des données, les paramètres d'essai, l'inertie d'essai du frein et le fonctionnement général du système ;

m) Si le débit d'air de refroidissement pour l'essieu et le type de frein soumis à l'essai n'est pas connu, le régler à une valeur connue utilisée pour des freins analogues, comme décrit au paragraphe 10.1.4. Vérifier que le débit d'air de refroidissement choisi est conforme aux spécifications définies au paragraphe 10. Si tel n'est pas le cas, ajuster sa valeur en suivant les instructions du paragraphe 10.1.4 jusqu'à ce que la valeur nominale soit définie ;

n) Vérifier que les niveaux d'émissions ambiantes avant essai se situent dans les limites acceptables définies au paragraphe 7.2.2.2.2 en utilisant le débit d'air de refroidissement nominal ;

o) Vérifier que tous les instruments et dispositifs de mesure des émissions de freinage sont activés et fonctionnent sans erreur ni avertissement ;

p) Si aucun problème ne se pose, poursuivre l'essai avec les phases de rodage et de mesure des émissions en suivant les procédures respectivement définies aux paragraphes 11 et 12.

Si le débit d'air de refroidissement pour l'essieu et le type de frein à l'essai sont connus, le laboratoire doit utiliser de nouvelles pièces de frein pour le rodage et la mesure des émissions au lieu de reprendre celles qui ont servi au réglage du refroidissement. Dans ce cas, toutes les tâches susmentionnées, à l'exception de celle décrite à l'alinéa m), s'appliquent aux phases de rodage et de mesure des émissions.

Si le débit d'air de refroidissement pour l'essieu et le type de frein à l'essai ne sont pas connus, le laboratoire doit procéder à la phase de réglage du refroidissement en exécutant toutes les tâches susmentionnées, à l'exception de celles décrites aux alinéas h), n), o) et p). Une fois le débit d'air de refroidissement réglé, le laboratoire doit utiliser de nouvelles pièces de frein pour le rodage et la mesure des émissions et exécuter toutes les tâches susmentionnées à l'exception de celle décrite à l'alinéa m).

8.3 Mesure de la température des freins

Le laboratoire doit utiliser des thermocouples encastrés pour mesurer la température du disque ou du tambour de frein. Les spécifications suivantes s'appliquent :

a) Utiliser des capteurs de température disponibles sur le marché, contenant des conducteurs en alliage nickel-chrome (chromel) et en alliage nickel-aluminium (alumel) (thermocouples de type K) ;

b) Utiliser des thermocouples encastrés dont la plage de température de mesure est comprise entre 0 °C et un minimum de 800 °C et dont l'erreur maximale admise (tolérance) est de ±2,2 °C ou ±0,75 % de la valeur mesurée ;

c) Utiliser des thermocouples encastrés munis d'une pointe solide déjà installée pour les encastrer sur les organes de freinage ;

En outre, les dispositions ci-après s'appliquent au placement des thermocouples encastrés sur les organes de freinage :

d) Dans le cas des freins à disque, placer le thermocouple dans la surface de frottement de la plaquette extérieure – radialement à 10 mm vers l'extérieur du centre de la piste de frottement – de manière qu'il soit encastré à 0,5 ± 0,1 mm de profondeur sous la surface du disque. Sur les disques ventilés, le thermocouple doit être centré entre deux ailettes de la plaquette du disque. La figure A4/8 illustre l'installation correcte de thermocouples encastrés sur les disques de frein. Le symbole «X» indique le rayon de la surface de contact du disque et des plaquettes ;

e) Dans le cas des freins à tambour, placer le thermocouple au centre de la piste de frottement, en laissant un intervalle de 0,5 ± 0,1 mm par rapport à la surface intérieure du tambour de frein. La figure A4/9 illustre l'installation correcte de thermocouples encastrés sur les tambours de frein ;

f) Lors des essais de mesure des particules produites par les freins réalisés dans le cadre du présent Règlement, il est fortement déconseillé d'installer des thermocouples encastrés ou d'autres types de thermocouples pour mesurer la température des plaquettes ou des mâchoires de frein.

Figure A4/8

Schéma d'installation de thermocouples encastrés sur les disques de frein

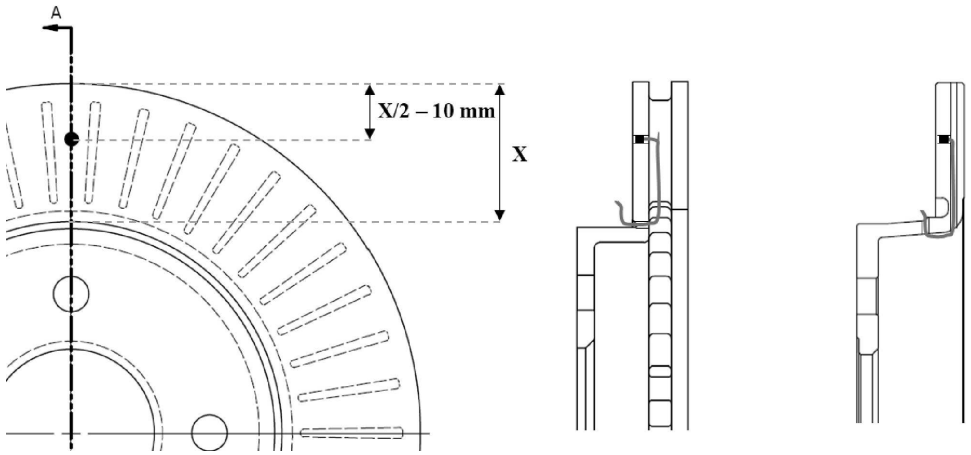
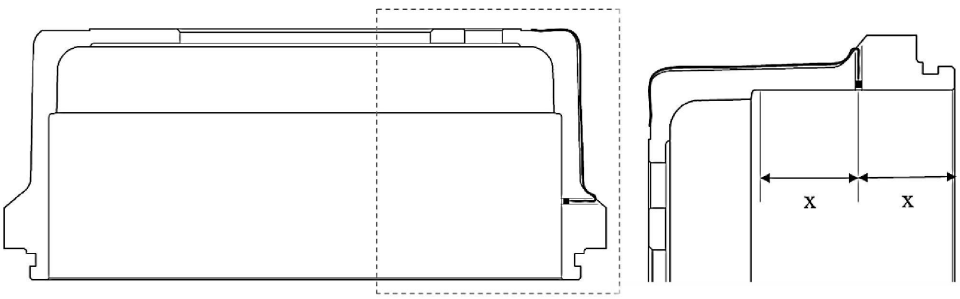


Figure A4/9

Schéma d'installation de thermocouples encastrés sur les tambours de frein



La température du frein doit être indiquée dans le fichier de données temporelles comme décrit dans le tableau A4/14. Le laboratoire doit utiliser les relevés des thermocouples pour indiquer la température du frein pendant toutes les phases de l'essai. Il doit par exemple utiliser les relevés de température des thermocouples encastrés figurant dans le fichier de données temporelles (T_{brake}) pour vérifier la bonne application de la température initiale lors du trajet du cycle de freinage WLTP, conformément aux spécifications décrites au paragraphe 9.2.

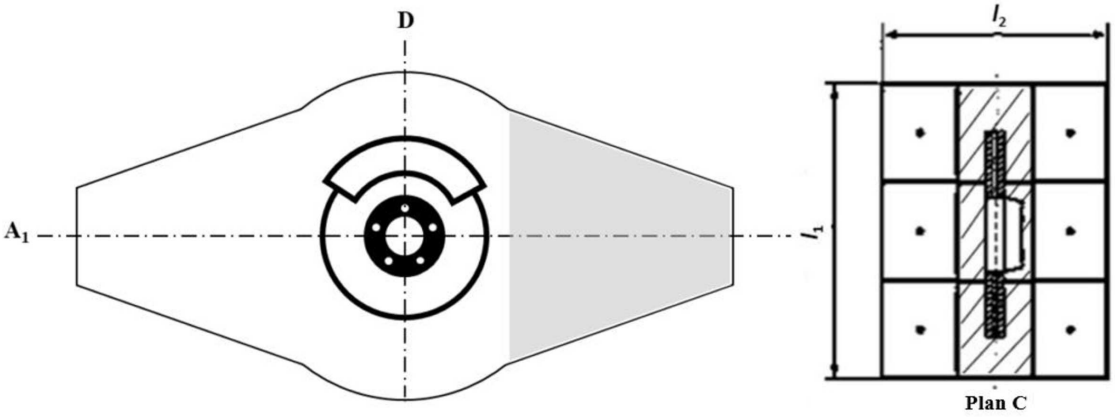
8.4 Positionnement du frein

8.4.1 Dispositif de freinage

La position de montage du dispositif de freinage permet de définir à la fois l'axe de rotation de celui-ci et l'emplacement des plans A_1 et D du carter. La position de montage correcte est illustrée à la figure A4/10 a), les plans A_1 et D coupant perpendiculairement, autant que possible, l'axe de rotation. Le dispositif de freinage doit être monté selon les règles de bonne pratique technique et, autant que possible, de sorte que l'épaisseur du disque reste dans la partie centrale du plan C (hachurée), comme indiqué à la figure A4/10 b). Pour les freins à tambour, la piste de frottement doit être placée autant que possible dans la partie centrale du plan C.

Figure A4/10

Position de montage du dispositif de freinage et de l'étrier a) par rapport aux plans A_1 et D b) par rapport au plan C



Le laboratoire doit utiliser un support approprié pour monter le dispositif de freinage en reliant la contre-pointe (côté non rotatif) à l'arbre du banc dynamométrique (côté rotatif). Le support de frein du banc dynamométrique doit comprendre au minimum les sous-systèmes suivants :

a) Pièces de montage servant à fixer l'appareillage d'essai du frein à la contre-pointe (non rotative) ;

b) Éléments structurels permettant de transférer le couple et les forces de freinage à la contre-pointe ;

c) Pièces de montage destinées à tenir l'étrier de frein ou l'ensemble du plateau de frein pour les freins à tambour ;

d) Éléments rotatifs sur lesquels est monté le disque ou le tambour de frein ;

e) Éléments rotatifs qui relient l'arbre du banc dynamométrique au disque ou au tambour de frein.

Le support du dispositif de freinage doit permettre au frein de faire des rotations à 360° avec un frottement faible et sans présenter de vibrations ou d'oscillations pendant l'essai. Le laboratoire doit monter le dispositif de freinage sur le banc dynamométrique au moyen d'un support de frein de type universel (L0-U) ou de type poteau (L0-P).

Le support L0-U permet de fixer directement le dispositif de freinage sur l'arbre de transmission du banc dynamométrique sans moyeu de roue. Le support L0-P permet l'installation du roulement spécifique au véhicule. Les figures A4/11 et A4/12 présentent quelques exemples de schémas de modèles de supports, la première pour les freins à disque et la seconde pour les freins à tambour.

Figure A4/11

Exemple de modèles de support autorisés pour les freins à disque

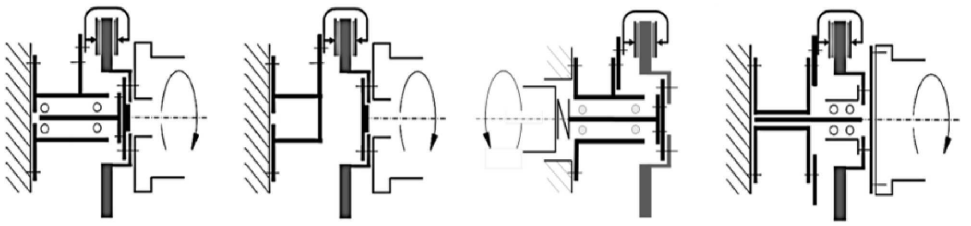
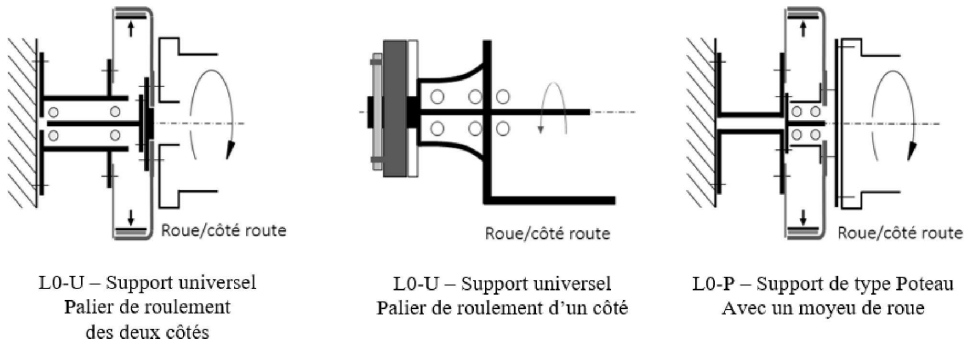


Figure A4/12

Exemple de modèles de support autorisés pour les freins à tambour



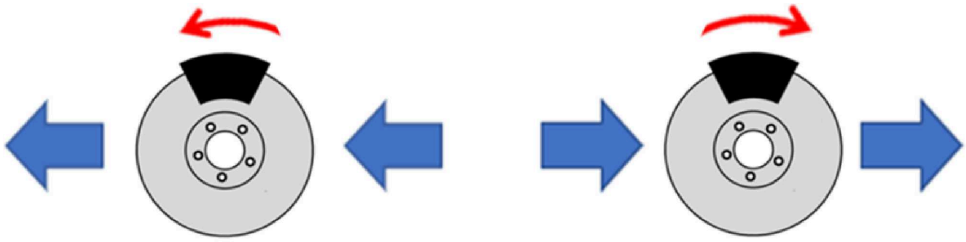
Toute variante de ces supports (un palier de roulement d'un côté, à droite ou à gauche, ou des deux côtés) peut être appliquée à condition qu'un support de type L0 soit utilisé comme référence (c'est-à-dire une base cylindrique et symétrique sans autres extensions ou saillies que celles nécessaires pour monter l'étrier). Par exemple, la figure A4/11 présente trois versions différentes d'un support L0-U : avec un palier de roulement des deux côtés, un palier de roulement d'un côté et un axe en porte-à-faux.

Les systèmes de montage de freins uniques pour les technologies de freinage incompatibles avec le L0-U ou le L0-P peuvent déroger à cette prescription. En pareil cas, le laboratoire doit présenter les documents permettant de démontrer que leur utilisation est nécessaire.

Le laboratoire doit installer le frein (disque de frein et étrier ou tambour) dans une configuration telle que la rotation ait toujours lieu dans le sens d'écoulement de l'air lors de la marche avant, comme le montre la figure A4/13.

Figure A4/13

Représentation schématique de la rotation du disque vue du côté de la roue (côté route)



Débit d'air de la droite vers la gauche
Le disque tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre

Débit d'air de la gauche vers la droite
Le disque tourne dans le sens des aiguilles d'une montre

Si l'air de refroidissement circule de la droite vers la gauche (fig. A4/13, côté gauche), le disque doit tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Si l'air de refroidissement circule de la gauche vers la droite (fig. A4/13, côté droit), le disque doit tourner dans le sens des aiguilles d'une montre. Tout autre sens de rotation est interdit et invalidera l'essai.

8.4.2 Orientation de l'étrier

Le laboratoire doit placer l'étrier de manière à réduire au minimum les éventuelles interférences avec l'air de refroidissement entrant. L'étrier doit être installé au-dessus du disque, le centre de l'étrier étant placé à 12 heures, comme le montre la figure A4/13, quelle que soit la position de montage sur le véhicule. Toute autre orientation de l'étrier (par exemple, position de montage sur le véhicule) ou configuration est interdite et invalide l'essai. Le frein de stationnement ne doit pas être démonté pour la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage. Le motoréducteur ne doit pas être démonté de l'étrier du frein de stationnement électrique ou du frein à tambour électrique pour la réalisation d'un essai de mesure des émissions de freinage.

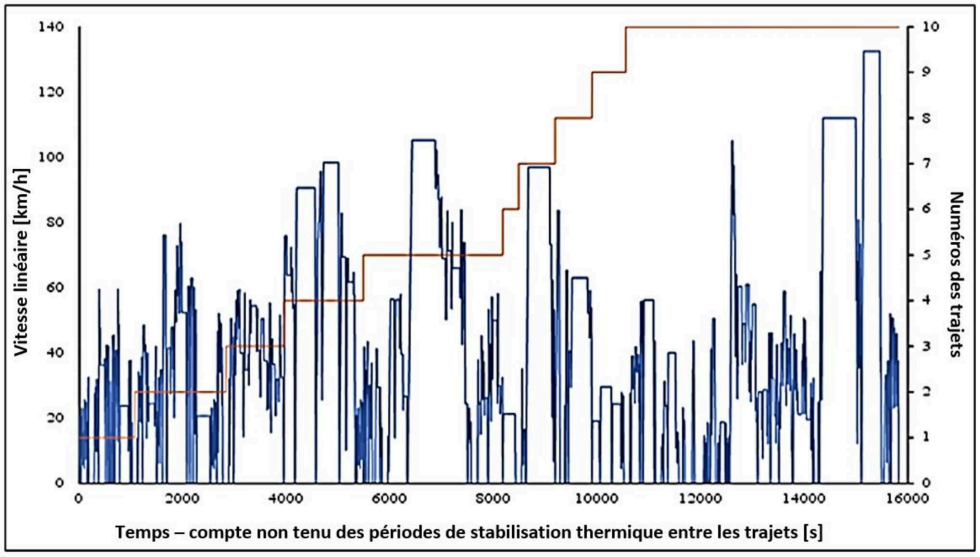
9. Cycle de freinage WLTP

9.1 Renseignements d'ordre général

Le cycle d'essai de tous les types de freins est le cycle de freinage WLTP, en fonction du temps. Ce cycle requiert un contrôle continu de la vitesse linéaire équivalente sur le banc dynamométrique. La figure A4/14 illustre la courbe de vitesse en fonction du temps du cycle de freinage WLTP.

Figure A4/14

Vitesse du véhicule en fonction du temps pour le cycle de freinage WLTP et correspondance avec les trajets



En résumé, le cycle de freinage WLTP se caractérise par :

a) Dix (10) trajets individuels (trajets n^{os} 1 à 10) représentant différentes conditions de conduite et de freinage. Ces trajets sont séparés par des périodes de refroidissement. Les numéros des trajets sont indiqués sur l'axe des ordonnées du côté droit de la figure A4/14 ;

b) 15 826 s de contrôle actif de la vitesse, compte non tenu des temps de refroidissement entre les différents trajets du cycle. La courbe de vitesse du cycle de freinage WLTP figure à l'appendice 1 ;

c) 303 décélérations de freinage. L'appendice 2 contient une description des principales caractéristiques de chaque décélération de freinage ;

d) Une distance totale de 192 km parcourue à une vitesse moyenne de 43,7 km/h avec une vitesse maximale de 132,5 km/h ;

e) Un taux de décélération de freinage moyen de 0,97 m/s^2 et un taux de décélération de freinage maximal de 2,18 m/s^2 ;

f) Une durée moyenne de décélération de freinage de 5,7 s et une durée maximale de décélération de freinage de 15 s.

9.2 Exécution du cycle de freinage WLTP

9.2.1 Phase de réglage du refroidissement

Le réglage du débit d'air de refroidissement pour l'essai de différents freins doit être effectué sur le trajet n^o 10 du cycle de freinage WLTP, comme décrit à la section 10 de la présente annexe. Les dispositions particulières relatives à la température du frein au début du trajet n^o 10 s'appliquent à la phase de réglage du débit d'air de refroidissement. Le laboratoire doit suivre les étapes suivantes :

a) Régler le débit d'air de refroidissement à la valeur nominale déterminée à la section 10 ;

b) Porter le frein à 40 ± 1 °C par une séquence de manœuvres de freinage 1 à 7 du trajet n^o 10 (manœuvres de freinage n^{os} 190 à 196, si l'on considère l'ensemble du cycle de freinage WLTP), suivie d'une phase de refroidissement jusqu'à 40 ± 1 °C ;

c) Si la séquence décrite à l'alinéa b) ne permet pas d'atteindre la température cible, sélectionner l'une des manœuvres de freinage n^{os} 1 à 7 du trajet n^o 10 et la répéter jusqu'à ce que la température du frein atteigne 40 ± 1 °C ;

d) Commencer le trajet n^o 10 du cycle de freinage WLTP à une température du frein de 40 ± 1 °C ;

e) Effectuer le trajet n^o 10 du cycle sans interruption. Les mesures à prendre en cas d'interruption sont décrites au paragraphe 9.3.1.

En cas de non-respect des dispositions relatives à la température du frein, le réglage du débit d'air de refroidissement n'est pas valable. Le laboratoire doit alors répéter la phase de réglage du refroidissement en appliquant un débit d'air de refroidissement différent. Pour ce faire, il est permis d'utiliser les mêmes pièces de frein.

9.2.2 Phase de rodage

De nouvelles pièces doivent être utilisées pour le rodage puis pour la mesure des émissions. La procédure de rodage consiste à exécuter cinq fois de suite le cycle de freinage WLTP, comme décrit à la section 11 de la présente annexe. Pour que chaque cycle de freinage WLTP soit correctement exécuté, il faut effectuer les 10 trajets de manière consécutive. Les dispositions particulières relatives à la température du frein au début de chaque cycle de freinage WLTP s'appliquent à la procédure de rodage. Le laboratoire doit suivre les étapes suivantes :

a) Régler le débit d'air de refroidissement à la valeur nominale pour le frein soumis à l'essai selon la procédure décrite au paragraphe 10 ;

b) Commencer le premier cycle de freinage WLTP à une température du frein de 25 ± 5 °C ;

c) Ne pas observer de période de stabilisation thermique entre les différents trajets d'un cycle de freinage WLTP lors de la procédure de rodage ;

d) Observer des périodes de stabilisation thermique entre les cinq cycles de freinage WLTP. Commencer chacun des quatre cycles suivant le premier quand la température du frein descend jusqu'à 40 °C ;

e) Si la température du frein à la fin d'un cycle est comprise entre 30 °C et 40 °C, commencer immédiatement le cycle suivant sans aucune intervention visant à mettre le frein en température ;

f) Si la température du frein à la fin d'un cycle est inférieure à 30 °C, interrompre la procédure de rodage et rechercher les anomalies dans la réalisation de l'essai ou procéder à nouveau au réglage du débit d'air de refroidissement. Après avoir résolu le problème, recommencer la phase de rodage depuis le début ;

g) Exécuter les cinq cycles de freinage WLTP de manière consécutive et sans interruption. Les mesures à prendre en cas d'interruption sont décrites au paragraphe 9.3.2.

La température minimale de 30 °C indiquée dans le présent paragraphe s'applique à tous les freins soumis à l'essai. En cas de non-respect des dispositions relatives à la température du frein, le rodage n'est pas valable et le laboratoire doit l'effectuer à nouveau. Le cas échéant, un nouveau jeu de pièces de frein doit être utilisé.

9.2.3 Phase de mesure des émissions

Pour exécuter correctement le cycle de freinage WLTP, il faut effectuer les 10 trajets de manière consécutive. Lors de la phase de mesure des émissions, il est obligatoire d'intercaler des périodes de stabilisation thermique entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP. Les dispositions particulières relatives à la température du frein au début de chaque trajet du cycle de freinage WLTP s'appliquent à la mesure des émissions. Le laboratoire doit suivre les étapes suivantes :

a) Régler le débit d'air de refroidissement à la valeur nominale pour le frein soumis à l'essai, selon la procédure décrite au paragraphe 10 ;

b) Commencer le trajet n° 1 du cycle de freinage WLTP à une température du frein de 25 ± 5 °C, sans effectuer d'arrêt ou de décélération de mise en température ;

c) Observer des périodes de stabilisation thermique entre les 10 trajets du cycle de freinage WLTP. Commencer chacun des trajets n^{os} 2 à 10 dès que la température du frein descend jusqu'à 40 °C ;

d) Pour les trajets n^{os} 2 à 10, si la température du frein à la fin du trajet précédent est comprise entre 30 °C et 40 °C, commencer immédiatement le trajet suivant sans aucune intervention visant à mettre le disque de frein en température. Pour les freins arrière, la limite inférieure est de 20 °C au lieu de 30 °C ;

e) Pour les trajets n^{os} 2 à 10, si la température du frein à la fin du trajet précédent est inférieure à 30 °C (20 °C pour les freins arrière), interrompre la mesure des émissions et rechercher les anomalies dans la réalisation de l'essai ou procéder à nouveau au réglage du débit d'air de refroidissement. Après avoir résolu le problème, recommencer depuis le début de la phase de rodage en utilisant un nouveau jeu de pièces de frein ;

f) Exécuter le cycle de freinage WLTP sans interruption. Les mesures à prendre en cas d'interruption sont décrites au paragraphe 9.3.3 ;

g) Dans le cas des dispositifs de filtration actifs, le laboratoire doit utiliser les signaux «pression de freinage» et «vitesse linéaire» pour activer la fonction de filtration à l'heure de début de la manœuvre de freinage telle que définie au paragraphe 13.1. La fonction de filtration active peut alors être désactivée jusqu'à 5 secondes après l'heure de fin de la manœuvre de freinage telle que définie au paragraphe 13.1.

La température minimale de 30 °C prescrite dans le présent paragraphe s'applique à tous les freins. En cas de non-respect des dispositions relatives à la température du frein, l'essai de mesure des émissions n'est pas valable.

9.3 Interruptions du cycle de freinage WLTP

9.3.1 Phase de réglage du refroidissement

Si l'essai est interrompu (ou en cas de défaillance du banc dynamométrique) pendant la phase de réglage du refroidissement, le laboratoire doit interrompre l'essai et reprendre cette phase depuis le début. Dans ce cas, après avoir procédé à un examen des données et à une inspection visuelle sans déranger le dispositif de freinage, il peut utiliser le même dispositif de freinage pour l'exécution suivante du trajet n^{o} 10 et mener à terme la phase de réglage du refroidissement. Si l'inspection met en évidence des facteurs susceptibles de compromettre l'essai (composants mal fixés, fuite de liquide de frein, erreur de montage, vibrations excessives, etc.), il doit monter un nouveau dispositif de freinage et répéter la procédure conformément aux spécifications décrites au paragraphe 8.2.

9.3.2 Phase de rodage

Si l'essai est interrompu (ou en cas de défaillance du banc dynamométrique) pendant la phase de rodage, le laboratoire doit poursuivre le rodage à partir du point d'interruption, compte tenu de la dernière heure enregistrée sur le fichier de données temporelles avec des valeurs non nulles pour les paramètres de freinage. Il ne doit pas réaliser d'arrêts ou de décélérations de mise en température pour atteindre 30 °C si la température réelle du frein est inférieure à cette valeur. Il ne doit pas non plus démonter les pièces du dispositif. Si les pièces du frein sont démontées après le début de la phase de rodage, elles ne conviennent plus pour l'achèvement du rodage et la mesure des émissions qui s'ensuit. En pareil cas, le laboratoire doit les remplacer par de nouvelles pièces et reprendre la procédure de rodage depuis le début.

En cas de seconde interruption de la phase de rodage, le laboratoire doit déclarer que l'essai n'est pas valable, éliminer les pièces qui ont servi et en utiliser de nouvelles pour procéder à un autre essai avec phases de rodage et de mesure des émissions.

9.3.3 Phase de mesure des émissions

Si l'essai est interrompu pendant la phase de mesure des émissions (y compris pendant les périodes de stabilisation thermique), le laboratoire doit arrêter la mesure des émissions, déclarer que l'essai n'est pas valable, éliminer les pièces qui ont servi et en utiliser de nouvelles pour procéder à un autre essai avec phases de rodage et de mesure des émissions.

9.4 Contrôles de qualité du cycle de freinage WLTP

On doit procéder aux contrôles de qualité ci-après afin de vérifier que le cycle de freinage WLTP a été correctement réalisé. Pour être valable, un essai d'émissions doit satisfaire à tous les critères décrits ci-dessous.

9.4.1 Vérification des non-conformités de la vitesse

Il est nécessaire de contrôler les non-conformités de la vitesse afin de s'assurer que la courbe de vitesse du cycle de freinage WLTP a été strictement respectée sur le banc dynamométrique. Il y a non-conformité (ou écart de vitesse) dès lors que la vitesse réelle du banc dynamométrique s'écarte des limites de tolérance de la courbe de vitesse définies par la vitesse prescrite (nominale) :

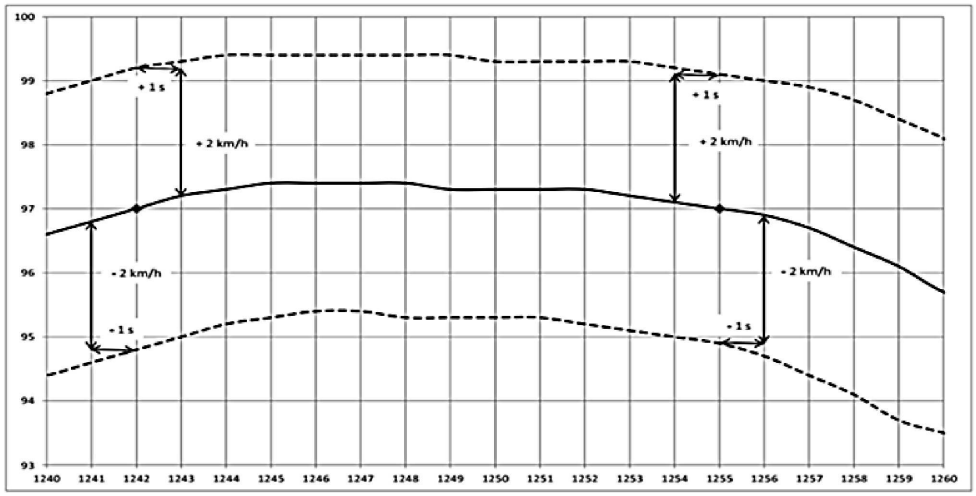
a) Limite de tolérance supérieure : 2,0 km/h au-dessus de la courbe de vitesse linéaire à ±1,0 s de l'instant donné ;

b) Limite de tolérance inférieure : 2,0 km/h au-dessous de la courbe de vitesse linéaire à ±1,0 s de l'instant donné ;

La figure A4/15 représente les limites supérieure et inférieure de tolérance de vitesse telles qu'elles sont appliquées dans le cadre du cycle de freinage WLTP.

Figure A4/15

Limites de tolérance pour les non-conformités de la vitesse lors du cycle de freinage WLTP



c) Lors de la phase de réglage du refroidissement, le nombre de non-conformités de la vitesse ne doit pas dépasser 158 par trajet n° 10 complet du cycle de freinage WLTP, soit 3 % de la durée du trajet ;

d) Lors de la phase de rodage, le nombre de non-conformités de la vitesse ne doit pas dépasser 475 par cycle de freinage WLTP, soit 3 % de la durée du cycle. Cette limite s'applique aux cinq cycles de freinage WLTP ;

e) Lors de la phase de mesure des émissions, le nombre de non-conformités de la vitesse ne doit pas dépasser 475 par cycle de freinage WLTP, soit 3 % de la durée du cycle. Les périodes de stabilisation thermique ne sont pas prises en compte dans le calcul ;

f) Calculer et consigner le nombre de non-conformités de la vitesse pour toutes les phases, comme défini dans le tableau A4/14. Le dénombrement des non-conformités concerne tous les types de manœuvres (levée de frein, accélération, marche à vitesse constante et décélération), mais il ne tient pas compte des périodes de stabilisation thermique ;

g) Si le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP n'est pas effectué pendant la phase de réglage du refroidissement ou si le cycle de freinage WLTP n'est pas entièrement réalisé pendant les phases de rodage et de mesure des émissions dans le respect des limites de tolérance de vitesse définies dans le présent paragraphe, l'essai de mesure des émissions de freinage n'est pas valable.

9.4.2 Nombre de décélérations

Ce contrôle de qualité porte sur le nombre de freinages réalisés. Il faut s'assurer que les 303 manœuvres de freinages du cycle de freinage WLTP ont été effectuées pendant la phase de mesure des émissions. Ce critère n'est pas respecté si le nombre réel de manœuvres de freinage n'est pas égal à la valeur nominale (303).

Le laboratoire doit vérifier le nombre de manœuvres de freinages tel que défini dans le tableau A4/14. Les paramètres «durée de l'arrêt» et «taux de décélération – distance moyenne» doivent être vérifiés par recoupement et on doit s'assurer qu'ils comprennent tous deux 303 valeurs numériques non nulles correspondant aux 303 manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP.

Ce contrôle de qualité ne s'applique qu'à la phase de mesure des émissions. Si les 303 manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP ne sont pas effectuées au cours de la phase de mesure des émissions comme défini dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable.

9.4.3 Dissipation de l'énergie cinétique

On doit contrôler la dissipation de l'énergie cinétique afin de garantir l'application de la bonne quantité de travail de frottement spécifique (W_{fr}) lors du cycle de freinage WLTP. Ce contrôle permet également de vérifier que les autres paramètres d'entrée (l'inertie d'essai du frein, par exemple) ont été calculés et appliqués correctement. Il s'applique à tous les freins équipant les véhicules visés par le présent Règlement. Les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage doivent être utilisés pour les calculs lors des essais de freinage sans friction.

Il y a écart par rapport aux niveaux de dissipation de l'énergie cinétique si la somme du travail de frottement spécifique calculé pour toutes les manœuvres de freinage au cours du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (pour la phase de réglage du refroidissement) et pour l'ensemble du cycle de freinage WLTP (pour les phases de rodage ou de mesure des émissions) sort des limites de tolérance définies :

a) Limite de tolérance supérieure du travail de frottement spécifique pour le trajet n° 10 : 278 J/kg au-dessus de la valeur nominale de travail de frottement spécifique, égale à 5 557 J/kg (soit 5 835 J/kg) ;

b) Limite de tolérance inférieure du travail de frottement spécifique pour le trajet n° 10 : 278 J/kg au-dessous de la valeur nominale du travail de frottement spécifique, égale à 5 557 J/kg (soit 5 279 J/kg) ;

c) Limite de tolérance supérieure du travail de frottement spécifique pour le cycle de freinage WLTP : 799 J/kg au-dessus de la valeur nominale du travail de frottement spécifique, égale à 15 986 J/kg (soit 16 785 J/kg) ;

d) Limite de tolérance inférieure du travail de frottement spécifique pour le cycle de freinage WLTP : 799 J/kg au-dessous de la valeur nominale du travail de frottement spécifique, égale à 15 986 J/kg (soit 15 187 J/kg) ;

e) Lors de la phase de réglage du refroidissement, la valeur du travail de frottement spécifique calculée sur le trajet n° 10 doit être comprise entre 5 279 J/kg et 5 835 J/kg, soit ±5 % de la valeur nominale ;

f) Lors de la phase de rodage, la valeur du travail de frottement spécifique calculée au cours du cycle de freinage WLTP doit être comprise entre 15 187 J/kg et 16 785 J/kg, soit ±5 % de la valeur nominale. Cette limite s'applique aux cinq cycles de freinage WLTP à effectuer ;

g) Lors de la phase de mesure des émissions, la valeur du travail de frottement spécifique calculée au cours du cycle de freinage WLTP doit être comprise entre 15 187 J/kg et 16 785 J/kg, soit ±5 % de la valeur nominale. Les périodes de stabilisation thermique ne sont pas prises en compte dans le calcul ;

h) Le laboratoire doit calculer le travail de frottement spécifique pour chaque manœuvre de freinage à l'aide du signal de couple réel élevé et du signal de vitesse de rotation élevée du système d'essai. L'intégration doit commencer 1,0 s avant le début de la décélération de freinage et s'achever 1,0 s après la fin de ladite décélération, conformément à l'équation 9.1 :

$$w_{f,n} = \frac{2 \times \pi}{60} \cdot \frac{1}{WL_t} \cdot \int_{t = t_{start,nom,n} - 1.0s}^{t_{end,nom,n} + 1.0s} f(t) \cdot \tau(t) \cdot dt \qquad \text{(Éq. 9.1)}$$

Où :

$w_{f,n}$ est le travail de frottement spécifique de la n[ème] décélération de freinage, en J/kg ;

WL_t est la charge d'essai (ou appliquée) de la roue, en kg, telle que définie dans le tableau A4/3 ;

$t_{start,nom,n}$ est l'heure de début de la n[ème] décélération de freinage nominale, en s ;

$t_{end,nom,\ n}$ est l'heure de fin de la n[ème] décélération de freinage nominale, en s ;

f(t) est le signal de vitesse de rotation élevée, en 1/min ;

τ_{brake} est le signal de couple élevé, en N·m.

On détermine l'heure de début et l'heure de fin de la décélération de freinage pour chaque manoeuvre sur la base de la vitesse linéaire nominale élevée. L'accélération est calculée sur la base de la vitesse nominale élevée. Une manoeuvre de freinage donnée commence dès que la valeur de l'accélération dépasse 0,25 m/s² et s'achève dès que cette valeur retombe sous 0,25 m/s² ;

i) L'équation 9.1 permet d'obtenir le travail de frottement spécifique pour chacune des 114 et 303 manœuvres de freinage du trajet n° 10 et du cycle de freinage WLTP, respectivement. Le laboratoire doit calculer le travail de frottement spécifique total en faisant la somme des valeurs du travail de frottement spécifique calculées pour chaque manœuvre de freinage. Le travail de frottement spécifique total doit être comparé à la valeur (nominale) du travail de frottement spécifique prescrite, telle que décrite aux alinéas a) à c) du présent paragraphe ;

j) Si, pour l'une quelconque des phases de l'essai de mesure des émissions de freinage, le travail de frottement spécifique total n'est pas compris entre les limites de tolérance définies dans le présent paragraphe, l'essai n'est pas valable.

10. Réglage du débit d'air de refroidissement

Des systèmes d'essai différents peuvent présenter des combinaisons différentes en ce qui concerne la conception et les dimensions du carter du frein, les niveaux de débit d'air ou de vitesse de l'air, ainsi que la configuration et la géométrie du système de conduits. Le présent paragraphe définit la méthode de réglage de la vitesse du flux d'air permettant d'obtenir des régimes thermiques du frein comparables dans tous les laboratoires.

10.1 Description de la méthode

10.1.1 Définition des groupes de dispositifs de freinage et des paramètres de vérification

Pour déterminer le débit d'air de refroidissement approprié pour le frein soumis à l'essai, le laboratoire doit d'abord affecter le frein à un groupe fondé sur le rapport entre la charge nominale de la roue avant ($WL_{n\text{-}f}$) et la masse du disque ou du tambour (si un tambour est utilisé comme frein avant) (DM) (rapport $WL_{n\text{-}f}$/DM).

On calcule le rapport $WL_{n\text{-}f}$/DM en divisant $WL_{n\text{-}f}$ (en kg) par la masse du disque ou du tambour (si un tambour est utilisé comme frein avant) avant l'essai (en kg). Le laboratoire doit déterminer $WL_{n\text{-}f}$ conformément aux spécifications énoncées à l'alinéa c) du paragraphe 8.1.

Quatre groupes différents sont définis sur la base du rapport $WL_{n\text{-}f}$/DM : le groupe 1 ($WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 45), le groupe2 (45 < $WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 65), le groupe 3 (65 < $WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 85) et le groupe 4 ($WL_{n\text{-}f}$/DM > 85).

Le laboratoire doit appliquer la charge d'essai de la roue (WL_t), telle que décrite à l'alinéa d) du paragraphe 8.1, et non la charge nominale de la roue (WL_n) pour toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage.

Trois paramètres de vérification ont été définis pour le réglage du débit d'air de refroidissement du frein soumis à l'essai. Les valeurs cibles et les limites de tolérance admises pour ces paramètres diffèrent d'un groupe fondé sur le rapport $WL_{n\text{-}f}$/DM à l'autre. Le laboratoire doit utiliser les paramètres ci-après comme référence pour évaluer les résultats du réglage du débit d'air de refroidissement :

a) Température moyenne du frein pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (ABT) ;

b) Température initiale moyenne du frein lors de six manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (IBT) ;

c) Température finale moyenne du frein lors de six manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (FBT).

Les manœuvres de freinage visées aux alinéas b) et c) du présent paragraphe sont les manœuvres de freinage n^{os} 46, 101, 102, 103, 104 et 106 du trajet n° 10, décrites en détail dans le tableau A4/4. Si l'on considère l'ensemble du cycle de freinage WLTP, les numéros de séquence correspondant aux manœuvres de freinage sont les suivants : 235, 290, 291, 292, 293 et 295.

Tableau A4/4

Manœuvres de freinage sélectionnées du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP

Paramètre	Unité	Décélération n°					
		46	101	102	103	104	106
Heure de début	s	2 088	4 438	4 459	4 494	4 522	4 903
Heure de fin	s	2 092	4 447	4 467	4 503	4 529	4 918
Durée du freinage	s	4,0	9,0	8,0	9,0	7,0	15,0
Vitesse initiale	km/h	97,4	112,0	68,2	80,9	73,4	132,5
Vitesse finale	km/h	82,7	56,1	12,0	35,3	39,3	34,0

10.1.2 Paramètres de vérification et limites de tolérance pour la température du frein

Les valeurs cibles pour les trois paramètres de vérification et les limites de tolérance correspondantes sont indiquées dans le tableau A4/5.

Tableau A4/5

Paramètres par défaut et limites de tolérance pour la température des freins pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP

Groupe	ABT [A_1]	IBT [A_2] ± Tolérance	FBT [A_3] ± Tolérance
$WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 45	≥50 °C	65 ± 25 °C	95 ± 35 °C
45 < $WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 65	≥55 °C	75 ± 25 °C	115 ± 35 °C
65 < $WL_{n\text{-}f}$/DM ≤ 85	≥60 °C	85 ± 25 °C	130 ± 35 °C
$WL_{n\text{-}f}$/DM > 85	≥65 °C	95 ± 25 °C	150 ± 35 °C

a) Les valeurs cibles et les limites de tolérance correspondantes pour les trois paramètres de vérification s'appliquent à tous les types de freins avant montés sur tous les types de véhicules visés par le présent Règlement à l'exception des freins à disques carbone-céramique. Pour ces derniers, les paramètres par défaut s'appliquent, mais les valeurs pour ABT [A_1] sont réduites de 15 °C et les limites inférieures des plages de tolérance sont abaissées à -40 °C pour IBT [A_2] et à -50 °C pour FBT [A_3] ;

b) Pour les freins à disque arrière, le débit d'air de refroidissement nominal (ou de consigne) défini pour le frein avant correspondant (données d'un même véhicule) doit être appliqué. Dans ce cas, l'affectation du frein à un groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM tel que décrit au paragraphe 10.1.1 doit reposer sur les données relatives au frein avant ;

c) Pour les freins à tambour arrière, le débit d'air de refroidissement nominal (ou de consigne) défini pour le frein avant correspondant (données d'un même véhicule) doit être appliqué. Dans ce cas, l'affectation du frein à un groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM tel que décrit au paragraphe 10.1.1 doit reposer sur les données relatives au frein avant.

10.1.3 Traitement des paramètres de vérification et critères d'acceptation

Une fois que le frein est affecté à un groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM conformément au paragraphe 10.1.1, le laboratoire doit effectuer le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP avec de nouvelles pièces de frein afin d'obtenir les valeurs des paramètres de vérification permettant de renseigner les cellules du tableau A4/6. Le laboratoire doit appliquer la charge $WL_{t\text{-}f}$, telle que définie à l'alinéa d) du paragraphe 8.1, pour régler le débit d'air de refroidissement conformément au paragraphe 10.1.4. Les valeurs mesurées des paramètres de vérification doivent être calculées à l'aide des fichiers du procès-verbal d'essai produits, comme suit :

a) Température moyenne du frein pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (ABT) :

i) La valeur cible (A_1), qui dépend du groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM, est définie dans le tableau A4/5 ;

ii) La valeur mesurée (B_1) est calculée à partir du fichier de données temporelles de mesure des émissions de freinage, comme défini dans le tableau A4/14 ;

iii) La valeur B_1 est égale à la moyenne de toutes les données de température du frein portant sur l'ensemble de la durée du trajet n° 10 (5 272 s) ;

b) Température initiale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (IBT) :

i) La valeur cible (A_2) et les limites de tolérance, qui dépendent du groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM, sont définies dans le tableau A4/5 ;

ii) La valeur mesurée (B_2) est calculée à partir du fichier de données de manœuvre de l'essai de mesure des émissions de freinage, comme défini dans le tableau A4/14 ;

iii) La valeur B_2 est égale à la moyenne des valeurs individuelles de la température initiale du frein enregistrées pour chacune des six manœuvres de freinage décrites dans le tableau A4/4. Le laboratoire doit calculer B_2 au moyen de l'équation 10.1 ;

$$B_2 = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6)/6 \qquad \text{(Éq. 10.1)}$$

Où :

B_2 est la moyenne des valeurs de la température initiale du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_1 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 46 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_2 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 101 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_3 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 102 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_4 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 103 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_5 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 104 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Y_6 est la température initiale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 106 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

c) Température finale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (FBT) :

i) La valeur cible (A_3) et les limites de tolérance, qui dépendent du groupe $WL_{n\text{-}f}$/DM, sont définies dans le tableau A4/5 ;

ii) La valeur mesurée (B_3) est calculée à partir du fichier de données de manœuvre de l'essai de mesure des émissions de freinage, comme défini dans le tableau A4/14 ;

iii) La valeur B_3 est égale à la moyenne des valeurs de la température finale du frein enregistrées pour chacune des six manœuvres de freinage décrites dans le tableau A4/4. Le laboratoire doit calculer B_3 au moyen de l'équation 10.2 ;

$$B_3 = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6)/6 \qquad \text{(Éq. 10.2)}$$

Où :

B_3 est la moyenne des valeurs de la température finale du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_1 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 46 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_2 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 101 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_3 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 102 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_4 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 103 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_5 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 104 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

Z_6 est la température finale du frein lors de la manœuvre de freinage n° 106 du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C.

Après avoir procédé à l'essai de réglage du refroidissement au débit sélectionné, le laboratoire doit comparer les valeurs de température enregistrées pour les paramètres de vérification avec les valeurs cibles correspondantes définies dans le tableau A4/5. La différence entre les valeurs cibles et les résultats de l'essai pour les paramètres de vérification de la température est calculée au moyen des équations 10.3, 10.4 et 10.5 :

$$C_1 = B_1 - A_1 \qquad \text{(Éq. 10.3)}$$

Où :

C_1 est la différence entre les températures moyennes mesurée et cible du frein au cours du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

B_1 est la température moyenne mesurée du frein sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

A_1 est la température moyenne cible du frein sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C, telle que définie dans le tableau A4/5.

$$C_2 = |B_2 - A_2| \qquad \text{(Éq. 10.4)}$$

Où :

C_2 est la différence, en valeur absolue, entre les températures initiales moyennes mesurée et cible du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées, en °C ;

B_2 est la température initiale moyenne mesurée du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

A_2 est la température initiale moyenne cible du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10, en °C, telle que définie dans le tableau A4/5.

$$C_3 = |B_3 - A_3| \qquad \text{(Éq. 10.5)}$$

Où :

C_3 est la différence, en valeur absolue, entre les températures finales moyennes mesurée et cible du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées, en °C ;

B_3 est la température finale moyenne mesurée du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP, en °C ;

A_3 est la température finale moyenne cible du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant le trajet n° 10, en °C, telle que définie dans le tableau A4/5.

Le laboratoire doit comparer les résultats obtenus avec les critères d'acceptation indiqués dans le tableau A4/6.

Tableau A4/6

Calcul des paramètres de vérification de la température du frein et critères d'acceptation pendant le trajet n° 10

Numéro de la manœuvre de freinage lors du trajet n° 10	Paramètre	Température cible	Température pendant l'essai de réglage du refroidissement	Différence	Critères d'acceptation
–	*Température moyenne du frein*	A_1	B_1	C_1 *selon l'équation 10.3*	$C_1 \geq 0$ °C
–	*Température initiale moyenne du frein*	A_2	B_2 *selon l'équation 10.1*	C_2 *selon l'équation 10.4*	$C_2 \leq 25$ °C
46			Y_1	s.o.	s.o.
101			Y_2		
102			Y_3		
103			Y_4		
104			Y_5		
106			Y_6		
–	*Température finale moyenne du frein*	A_3	B_3 *selon l'équation 10.2*	C_3 *selon l'équation 10.5*	$C3 \leq 35$ °C
46			Z_1	s.o.	s.o.
101			Z_2		
102			Z_3		
103			Z_4		
104			Z_5		
106			Z_6		

d) Les trois critères doivent être respectés pour que la phase de réglage du débit d'air de refroidissement soit menée à bien. Si l'essai de réglage du refroidissement ne satisfait pas à tous les paramètres du tableau A4/5, le laboratoire doit répéter la procédure en ajustant le débit en conséquence. Si plusieurs débits d'air de refroidissement satisfont à tous les paramètres du tableau A4/5, le laboratoire doit choisir celui qui se rapproche le plus de 950 Nm^3/h et satisfait à toutes les prescriptions relatives au prélèvement isocinétique définies à la section 12 ;

e) Si aucun débit d'air de refroidissement ne permet de satisfaire aux trois paramètres spécifiés dans le tableau A4/5, le laboratoire doit choisir un débit permettant de satisfaire aux critères d'acceptation pour au moins deux paramètres dont la température moyenne du frein pendant le trajet n° 10 (ABT). En pareil cas, si la température mesurée du frein pour le paramètre qui fait défaut (IBT ou FBT) est inférieure à la valeur minimale indiquée dans le tableau A4/5, le laboratoire doit démontrer qu'un essai a été réalisé au débit minimal de fonctionnement du système. Si cette température est supérieure à la valeur maximale spécifiée dans le tableau A4/5, il doit démontrer qu'un essai a été réalisé au débit maximal de fonctionnement du système. Les fichiers de données de manœuvre et de données temporelles correspondant aux réglages non concluants du débit d'air de refroidissement doivent être inclus dans les résultats ;

f) Si, au débit maximal de fonctionnement du système, les températures initiale et finale du frein sont toutes deux supérieures aux valeurs maximales spécifiées dans le tableau A4/5, le laboratoire doit effectuer les phases de rodage et de mesure des émissions en appliquant ce débit. Les données consignées doivent alors comprendre les températures moyenne, initiale et finale du frein obtenues à partir de la phase de réglage du refroidissement réalisée au débit maximal de fonctionnement. Les fichiers de données de manœuvre et de données temporelles correspondants doivent être inclus dans les résultats. Si, au débit minimal de fonctionnement du système, les températures initiale et finale du frein sont toutes deux inférieures aux valeurs minimales spécifiées dans le tableau A4/5, le laboratoire doit effectuer les phases de rodage et de mesure des émissions en appliquant ce débit. Les données consignées doivent alors comprendre les températures moyenne, initiale et finale du frein obtenues à partir de la phase de réglage du débit d'air de refroidissement réalisée au débit minimal de fonctionnement. Les fichiers de données de manœuvre et de données temporelles correspondants doivent être inclus dans les résultats ;

g) Si, au débit minimal de fonctionnement du système, les trois paramètres de vérification de la température sont inférieurs aux valeurs minimales spécifiées dans le tableau A4/5, le réglage du débit d'air de refroidissement est considéré comme non valable.

10.1.4 Essai sur le banc dynamométrique pour le réglage du débit d'air de refroidissement

Le laboratoire doit utiliser un essieu avant pour déterminer le débit d'air de refroidissement des deux essieux, indépendamment du type et des dimensions du frein monté sur l'essieu arrière. Il doit suivre les étapes ci-après pour régler le débit d'air de refroidissement si un frein est mis à l'essai pour la première fois sur un banc dynamométrique donné et pour un véhicule donné :

a) Suivre les spécifications relatives à la préparation de la configuration d'essai décrites au paragraphe 8.2 ;

b) Régler le débit d'air de refroidissement à une valeur connue utilisée pour des freins analogues. En l'absence de référence utile, utiliser un débit d'air égal à 950 Nm^3/h pour commencer ;

c) Effectuer une fois le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP à partir d'une température du frein de 40 °C. Porter le frein à 40 °C en suivant les instructions figurant au paragraphe 9.2.1 ;

d) Faire les calculs conformément au paragraphe 10.1.3 et évaluer les résultats et les écarts pour les paramètres cibles ;

e) Si l'essai satisfait à tous les paramètres du tableau A4/5, achever le processus et établir le procès-verbal d'essai conformément aux spécifications décrites à la section 13. Dans ce cas, le débit d'air de refroidissement utilisé à l'alinéa b) est défini comme le débit d'air nominal pour le frein considéré (Q_{set}) ;

f) Dans le cas des freins avant, passer aux phases suivantes de l'essai de mesure des émissions de freinage en veillant à appliquer les mêmes réglages du banc dynamométrique que dans la phase de réglage du débit d'air de refroidissement. Utiliser un nouveau jeu de freins pour la phase de rodage et l'essai de mesure des émissions. L'étrier utilisé pour la phase de rodage et l'essai de mesure des émissions peut être le même que celui utilisé pour le réglage de l'air de refroidissement ;

g) Dans le cas des freins arrière, passer aux phases suivantes de l'essai en veillant à régler correctement le banc dynamométrique pour l'essieu arrière. Le débit d'air de refroidissement doit être identique à la valeur déterminée pour le frein de l'essieu avant du véhicule correspondant. Si plusieurs débits d'air de refroidissement satisfont à tous les paramètres du tableau A4/5, le laboratoire doit choisir celui qui se rapproche le plus de 950 Nm^3/h et satisfait à toutes les prescriptions relatives au prélèvement isocinétique définies à la section 12 ;

h) Si l'essai ne satisfait pas à tous les paramètres du tableau A4/5, prendre les précautions techniques nécessaires pour déterminer un nouveau débit d'air de refroidissement et répéter le processus à partir de l'étape a). Pour ce faire, il est possible d'utiliser le même jeu de freins. Toutefois, le jeu doit toujours être remplacé par de nouvelles pièces pour les phases de rodage et de mesure des émissions.

11. Phase de rodage

Il est nécessaire de suivre la procédure de rodage afin de conditionner convenablement le dispositif de freinage et d'en stabiliser le comportement en matière d'émissions avant de procéder à la mesure des émissions. Le rodage doit être effectué avec des pièces de frein entièrement nouvelles.

11.1 Freins avant

Le laboratoire doit effectuer le rodage de tous les types de freins montés sur l'essieu avant des véhicules visés par le présent Règlement, conformément aux spécifications suivantes :

a) Régler le débit d'air de refroidissement en fonction du réglage des paramètres de refroidissement du frein soumis à l'essai, comme indiqué au paragraphe 10.1 ;

b) Définir tous les paramètres d'essai pertinents et tous les réglages du banc dynamométrique (charge d'essai de la roue, inertie de l'essai du frein, etc.) de la même manière que dans les phases de réglage du refroidissement et de mesure des émissions ;

c) Réaliser cinq fois le cycle de freinage WLTP pour que le frein avant soumis à l'essai soit complètement rodé ;

d) S'assurer que les cinq cycles de freinage WLTP sont réalisés de manière consécutive et sans interruption. Si l'essai est interrompu pendant la phase de rodage, le laboratoire doit suivre les instructions définies au paragraphe 9.3.2 ;

e) Effectuer chaque cycle de freinage WLTP sans observer de période de stabilisation thermique entre les différents trajets du cycle. Les périodes de stabilisation thermique ne s'appliquent qu'entre les cinq cycles de freinage WLTP (c'est-à-dire entre le trajet n° 10 d'un cycle de freinage WLTP donné et le trajet n° 1 du cycle suivant) ;

f) Commencer le premier cycle de freinage WLTP de la phase de rodage à une température du frein de 23 ± 5 °C. Commencer les quatre répétitions du cycle conformément aux dispositions relatives à la température décrites au paragraphe 9.2.2 ;

g) Effectuer le rodage sur le même banc dynamométrique que pour la phase de mesure des émissions. Ne pas démonter les pièces du frein entre les deux phases de l'essai afin d'éviter de modifier les points de contact. Si les pièces du frein sont démontées après le début de la procédure de rodage, elles ne conviennent plus pour le rodage et la mesure des émissions. En pareil cas, le laboratoire doit les remplacer par de nouvelles pièces et reprendre la procédure de rodage depuis le début.

En cas de non-respect de l'une des dispositions du présent paragraphe, la procédure de rodage n'est pas valable. Il est alors impossible de passer à la phase de mesure des émissions. Le laboratoire doit reprendre la procédure de rodage depuis le début en utilisant de nouvelles pièces de frein.

11.2 Freins arrière

Le laboratoire doit effectuer le rodage de tous les types de freins montés sur l'essieu arrière des véhicules visés par le présent Règlement, conformément aux spécifications suivantes :

a) Régler le débit d'air de refroidissement en fonction du réglage des paramètres de refroidissement du frein avant correspondant, tels qu'indiqués au paragraphe 10.1. Si plusieurs valeurs conviennent, choisir celle qui se rapproche le plus de 950 Nm^3/h, conformément à l'alinéa g) du paragraphe 10.1.4 ;

b) Définir tous les paramètres d'essai pertinents et tous les réglages du banc dynamométrique (charge d'essai de la roue, inertie d'essai du frein, etc.) pour l'essieu arrière et les utiliser également dans la phase de mesure des émissions ;

c) Réaliser cinq fois le cycle de freinage WLTP pour que le frein arrière soumis à l'essai soit complètement rodé ;

d) S'assurer que les cinq cycles de freinage WLTP soient réalisés de manière consécutive et sans interruption. Si l'essai est interrompu pendant la phase de rodage, le laboratoire doit suivre les instructions définies au paragraphe 9.3.2 ;

e) Effectuer chaque cycle de freinage WLTP sans observer de période de stabilisation thermique entre les différents trajets du cycle. Les périodes de stabilisation thermique ne s'appliquent qu'entre les cinq cycles de freinage WLTP (c'est-à-dire entre le trajet n° 10 d'un cycle de freinage WLTP donné et le trajet n° 1 du cycle suivant) ;

f) Commencer le premier cycle de freinage WLTP de la phase de rodage à une température du frein de 23 ± 5 °C. Commencer les quatre répétitions du cycle conformément aux dispositions relatives à la température décrites au paragraphe 9.2.2 ;

g) Effectuer le rodage sur le même banc dynamométrique que pour la phase de mesure des émissions. Ne pas démonter les pièces du frein entre les deux phases de l'essai afin d'éviter de modifier les points de contact. Si les pièces du frein sont démontées après le début de la procédure de rodage, elles ne conviennent plus pour le rodage et la mesure des émissions. En pareil cas, le laboratoire doit les remplacer par de nouvelles pièces et reprendre la procédure de rodage depuis le début.

En cas de non-respect de l'une des dispositions du présent paragraphe, la procédure de rodage n'est pas valable. Il est alors impossible de passer à la phase de mesure des émissions. Le laboratoire doit reprendre la procédure de rodage depuis le début en utilisant de nouvelles pièces de frein.

12. Phase de mesure des émissions

12.1 Mesure de la masse de matières particulaires

Le présent paragraphe définit les spécifications relatives à la mesure des émissions de matières particulaires lors d'un essai de mesure des émissions de freinage. Le système de prélèvement de matières particulaires permet de quantifier la masse de matières particulaires produite par le frein pendant l'essai. Les émissions de matières particulaires et les paramètres de l'essai permettent d'obtenir les coefficients d'émission du frein soumis à l'essai, exprimés en masse par unité de distance parcourue. Le système d'essai doit mesurer les émissions de PM_{10} et de $PM_{2,5}$ par gravimétrie en utilisant des systèmes de prélèvement distincts pour chaque diamètre de coupure (2,5 µm et 10 µm)]. Chaque système de prélèvement de matières particulaires doit comprendre les éléments suivants :

a) Une sonde de prélèvement des matières particulaires, située dans le tunnel. Les spécifications relatives à la conception de ces sondes sont décrites au paragraphe 12.1.1.2 ;

b) Une buse de prélèvement appropriée, installée à l'extrémité de la sonde de prélèvement des matières particulaires. Les spécifications relatives à la conception de ces buses sont décrites au paragraphe 12.1.1.3 ;

c) Un cyclone, utilisé comme dispositif de séparation des matières particulaires. Les spécifications relatives au cyclone sont décrites au paragraphe 12.1.2.1 ;

d) Une ligne de prélèvement de particules, permettant de transférer l'aérosol du dispositif de séparation des matières particulaires vers le porte-filtre. Les spécifications relatives à la conception de la ligne de prélèvement sont décrites au paragraphe 12.1.2.2 ;

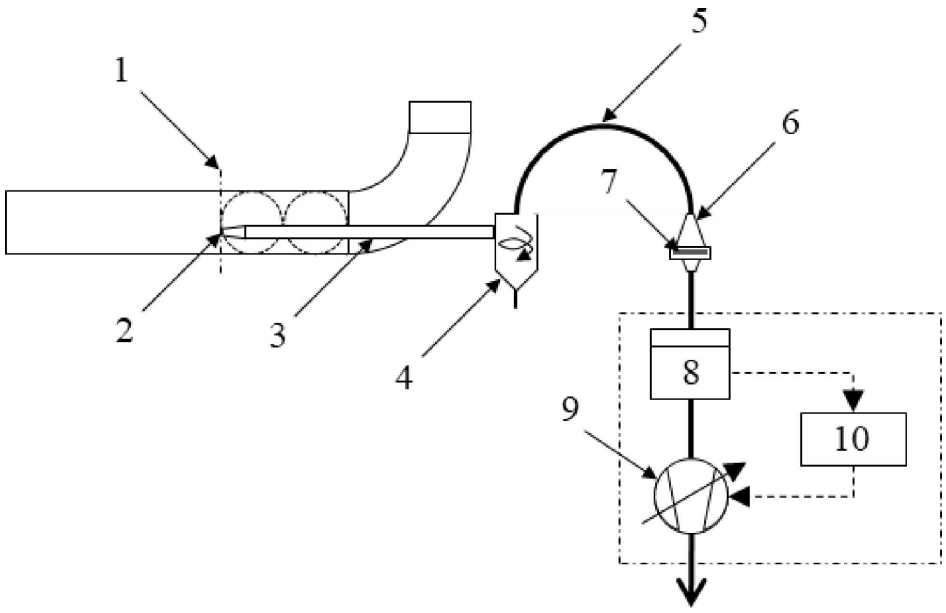
e) Un filtre, placé dans le porte-filtre, permettant de recueillir les matières particulaires. Les spécifications relatives au porte-filtre sont décrites au paragraphe 12.1.3.1 ;

f) Une ou plusieurs pompes dotées de moyens de contrôle du débit en temps réel et les capteurs correspondants. Les spécifications relatives au débit de prélèvement sont décrites au paragraphe 12.1.2.3.

Dans l'ensemble, le dispositif (pièces individuelles et raccordements) doit être fait de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage et mis à la terre afin d'éviter les effets électriques ou électrostatiques. La figure A4/16 présente un exemple de configuration du dispositif de prélèvement des matières particulaires. L'emplacement et les dimensions des différents éléments sont indiqués à titre d'illustration. La stricte conformité à la figure n'est donc pas exigée.

Figure A4/16

Exemple de configuration du système de prélèvement des matières particulaires



1 – Plan de prélèvement ; 2 – Buse de prélèvement ; 3 – Sonde de prélèvement des matières particulaires ; 4 – Séparateur cyclonique ; 5 – Ligne de prélèvement des matières particulaires ; 6 – Porte-filtres (à filtres multiples) ; 7 – Filtre de collecte de matières particulaires ; 8 – Mesure de la masse ou du débit volumique ; 9 – Pompe ; 10 – Régulateur de débit.

12.1.1 Extraction des matières particulaires

12.1.1.1 Plan de prélèvement

Le plan de prélèvement doit être conçu conformément aux spécifications énoncées au paragraphe 7.6. Les dispositions supplémentaires suivantes s'appliquent au plan de prélèvement pour l'installation des sondes de prélèvement des matières particulaires :

a) Deux sondes de prélèvement doivent être utilisées avec les buses de prélèvement correspondantes pour la mesure des émissions de matières particulaires, une pour les $PM_{2,5}$ et une autre pour les PM_{10}. Dans la figure A4/7, les points blancs représentent les sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires ;

b) Les deux sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires ($PM_{2,5}$ et PM_{10}) doivent être placées sur le même plan horizontal dans la partie inférieure du tunnel, comme indiqué à la figure A4/7 ;

c) Aucun diviseur de flux ne doit être utilisé pour la mesure des émissions de matières particulaires dans le cadre du système de prélèvement et de mesure.

12.1.1.2 Sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires

Des sondes de prélèvement appropriées doivent être utilisées pour transporter l'aérosol du tunnel vers le dispositif de séparation. Ces sondes doivent satisfaire aux prescriptions de conception suivantes :

a) Elles doivent être conçues de manière à réduire au minimum les pertes de particules entre la pointe de la buse et le dispositif de séparation ;

b) Elles doivent être faites de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage. Elles doivent être mises à la terre afin d'éviter les effets électriques ou électrostatiques. Utiliser des sondes en acier inoxydable poli par électrolyse (ou par un autre processus permettant un rendu équivalent) à l'intérieur afin que la surface soit la plus propre et la plus lisse possible ;

c) Elles doivent avoir un diamètre intérieur constant (d_p) compris entre 10 mm et 18 mm garantissant un flux laminaire ($10\ mm \leq d_p \leq 18\ mm$) ;

d) Elles doivent être conçues de manière à être les plus courtes possibles pour réduire au minimum les pertes et la contamination éventuelle des tubes. La longueur totale des sondes, de la pointe de la buse de prélèvement jusqu'à l'entrée du dispositif de séparation des matières particulaires, ne doit pas dépasser 1 m ;

e) Elles peuvent présenter au maximum un coude de 90° à condition que les spécifications relatives à la conception du coude définies à l'alinéa f) du présent paragraphe soient respectées ;

f) Si elles présentent un coude, le rayon de courbure r_b de celui-ci doit être au moins égal à quatre fois leur diamètre intérieur ($4 \bullet d_p$).

Les parois internes des sondes de prélèvement doivent être inspectées et nettoyées fréquemment conformément aux spécifications du fabricant en ce qui concerne la méthode et la fréquence. En l'absence de telles spécifications, nettoyer les sondes au moins une fois tous les 2 mois d'utilisation active.

12.1.1.3 Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires

Des buses permettant un prélèvement isocinétique des PM_{10} et des $PM_{2,5}$ doivent être utilisées. Ces buses doivent satisfaire aux prescriptions suivantes :

a) Elles doivent être compatibles avec les sondes de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires utilisées par le laboratoire dans le cadre de l'essai de mesure des émissions de freinage ;

b) Elles doivent être en acier inoxydable poli par électrolyse (ou par un autre processus permettant un rendu équivalent) à l'intérieur afin que leur surface soit aussi propre et lisse que possible ;

c) Des buses permettant d'obtenir un rapport isocinétique (*IR*) de 1,0 doivent être utilisées, conformément aux spécifications décrites au paragraphe 12.1.2.4. Le rapport isocinétique moyen dans un essai de mesure des émissions de freinage doit être compris entre 0,90 et 1,15 ($0{,}90 \leq IR \leq 1{,}15$) ;

d) La taille des buses doit être choisie en fonction du débit de prélèvement appliqué et leur diamètre intérieur (d_n) doit être d'au moins 4 mm ;

e) Les buses doivent avoir un diamètre intérieur constant sur une longueur d'au moins une fois le diamètre intérieur ou 10 mm à partir de la pointe de la buse, la valeur la plus élevée étant retenue ;

f) La paroi des buses doit être mince à l'extrémité pour réduire au minimum la distorsion du flux. Le rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur de ces buses doit être inférieur à 1,1 à la pointe de celles-ci ;

g) Toute variation de l'alésage des buses doit être fuselée avec un angle conique inférieur à 30° ;

h) Les buses doivent être placées de manière que leur axe soit parallèle à celui du tunnel de prélèvement, l'angle d'aspiration devant rester inférieur ou égal à 15°.

Le laboratoire doit nettoyer les buses fréquemment conformément aux spécifications du fabricant en ce qui concerne la méthode et la fréquence. En l'absence de telles spécifications, nettoyer les buses avant chaque essai de mesure des émissions de freinage conformément aux spécifications définies par leur fabricant en ce qui concerne les moyens de nettoyage.

12.1.2 Prélèvement des matières particulaires

12.1.2.1 Dispositif de séparation des matières particulaires

Des séparateurs cycloniques simples suivis de porte-filtre gravimétriques sont utilisés pour le prélèvement des échantillons de PM_{10} et de $PM_{2,5}$. Le laboratoire doit choisir des séparateurs cycloniques conformément aux dispositions ci-après :

a) Des séparateurs cycloniques disponibles sur le marché avec des tailles de coupure de 10 µm et de 2,5 µm doivent être utilisés respectivement pour le prélèvement des échantillons de PM_{10} et de $PM_{2,5}$;

b) Les cyclones de PM_{10} et de $PM_{2,5}$ doivent satisfaire aux spécifications relatives à l'efficacité de séparation définies respectivement dans les tableaux A4/7 et A4/8 ;

c) Les cyclones doivent être faits de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage et mis à la terre afin d'éviter les effets électriques ou électrostatiques ;

d) Les séparateurs cycloniques doivent être placés à la sortie de la sonde de prélèvement. Le séparateur cyclonique doit être relié directement à la sortie de la sonde de prélèvement à l'aide de raccords appropriés en acier inoxydable conducteur. Aucun type de tube de prélèvement ne doit être utilisé entre la sonde et le séparateur cyclonique.

Le laboratoire doit fréquemment inspecter et nettoyer les parois internes des cyclones conformément aux spécifications du fabricant en ce qui concerne la méthode et la fréquence de nettoyage.

Tableau A4/7

Spécifications relatives à l'efficacité de séparation des séparateurs cycloniques pour les PM_{10}

PM_{10}	4 µm	8 µm	12,5 µm	20 µm
Efficacité de séparation	<20 %	<50 %	>60 %	>90 %

Tableau A4/8

Spécifications relatives à l'efficacité de séparation des séparateurs cycloniques pour les $PM_{2,5}$

$PM_{2,5}$	1,5 µm	2 µm	3 µm	4 µm
Efficacité de séparation	<20 %	<50 %	>60 %	>90 %

12.1.2.2 Ligne de prélèvement des matières particulaires

Le laboratoire veille à ce que la conception de la ligne de prélèvement qui sert à transférer l'aérosol du séparateur cyclonique vers le porte-filtre soit conforme aux spécifications décrites ci-dessous :

a) La ligne de prélèvement doit être conçue de manière à réduire au minimum les pertes dues au transport des particules entre la sortie du séparateur cyclonique et l'entrée du porte-filtre ;

b) La ligne de prélèvement doit être en acier inoxydable conducteur et doit être utilisée avec les raccords appropriés. Il est également possible d'utiliser des lignes de prélèvement en polytétrafluoroéthylène (PTFE) flexibles et antistatiques ;

c) La ligne de prélèvement doit avoir un diamètre intérieur constant (d_s) compris entre 10 mm et 20 mm ($10\ mm \leq d_s \leq 20\ mm$) ;

d) La longueur totale de la ligne de prélèvement entre la sortie du séparateur cyclonique et l'extrémité du porte-filtre ne doit pas dépasser 1 m ;

e) La partie du système de prélèvement de matières particulaires située à l'extérieur du tunnel (celle qui comprend le séparateur cyclonique et la ligne de prélèvement des matières particulaires) doit être conçue de manière à éviter toute condensation d'eau. La température à l'intérieur de la ligne de prélèvement doit demeurer supérieure à 15 °C ;

f) La ligne de prélèvement peut présenter un coude à condition que le rayon de courbure r_b soit au moins égal à 25 fois son diamètre intérieur (25 d_s).

12.1.2.3 Débit de prélèvement des matières particulaires

Le laboratoire doit appliquer les dispositions ci-après concernant la régulation et la mesure du débit de prélèvement :

a) L'erreur maximale tolérée de la méthode de mesure du débit du système de prélèvement ($Q_{PM2,5}$ et Q_{PM10}) est de ±2,5 % de la valeur indiquée ou de ±1,5 % de la pleine échelle, la valeur la plus faible étant retenue, dans toutes les conditions de fonctionnement ;

b) Un débitmètre étalonné pour indiquer le débit d'air dans des conditions normales doit être utilisé. Si le débitmètre n'est pas étalonné de manière à indiquer les valeurs dans des conditions normales, il doit être équipé d'un capteur de température installé en amont. Pour une conversion adaptée, l'exactitude du capteur de température doit être de ±1,0 °C et l'exactitude de la mesure de pression doit être de ±1,0 kPa. Cette mesure doit servir à convertir les valeurs de débit ;

c) Les valeurs de consigne (nominales) des débits volumiques de prélèvement ($Q_{PM2,5\text{-}set}$ et $Q_{PM10\text{-}set}$) doivent être constantes pendant la phase de mesure des émissions du frein soumis à l'essai ;

d) Le débit volumique moyen de prélèvement doit être égal à la valeur de consigne pour l'essai de mesure des émissions de freinage ±2 %. Un dispositif doté d'une fonction de contrôle du débit (orifice à régime critique, détendeur, régulateur à réaction, etc.) doit être utilisé pour assurer un débit stable au niveau du filtre ;

e) L'écart entre le débit volumique de prélèvement mesuré moyen et la valeur de consigne pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$ doit être calculé à partir des données disponibles pour les paramètres répertoriés, tels que définis dans le tableau A4/14, et consigné dans le fichier de données temporelles ;

f) Le débit de prélèvement doit être réglé de manière que le rapport isocinétique soit aussi proche que possible de 1,0. Le rapport isocinétique moyen pendant la phase de mesure des émissions d'un frein donné doit être compris entre 0,90 et 1,15 (par. 12.1.2.4). Calculer et consigner le rapport isocinétique moyen pour les $PM_{2,5}$ et les PM_{10} selon la procédure décrite au paragraphe 12.1.2.4 ;

g) On doit procéder à des vérifications pour déceler d'éventuelles fuites en scellant la buse et en mettant en marche le dispositif d'aspiration. Le débit ne doit pas dépasser 2 % du débit normal à la dépression maximale atteinte lors du prélèvement. Effectuer le contrôle d'étanchéité lors de l'installation du système et après chaque entretien ou mise à niveau conformément aux spécifications du fabricant ;

h) Si le débit volumique de prélèvement ou les prescriptions isocinétiques énoncées dans le présent paragraphe ne sont pas respectés, l'essai n'est pas valable ;

i) Le dispositif de prélèvement de matières particulaires doit fonctionner de manière continue pendant la phase de mesure des émissions de freinage, y compris les périodes de stabilisation thermique entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP, au cours desquelles il ne faut ni interrompre le prélèvement des matières particulaires ni contourner la ligne de prélèvement principale. Le dispositif de prélèvement de matières particulaires doit fonctionner pendant au moins 10 s après la fin de la phase de mesure des émissions de freinage.

12.1.2.4 Rapport isocinétique

Le prélèvement est dit isocinétique si la vitesse de l'air est la même dans le tunnel de prélèvement et dans la buse de prélèvement. La vitesse de l'air est calculée à partir des valeurs du débit d'air dans le tunnel et dans la buse, compte tenu de leurs diamètres intérieurs (d_i et d_n, respectivement). Les équations 12.1 et 12.2 permettent de calculer la vitesse de l'air dans le tunnel de prélèvement et dans la buse de prélèvement :

$$U = (4 \times 1000 \times Q)/(\pi \times d_i^2) \qquad \text{(Éq. 12.1)}$$

$$U_S = (4 \times 1000 \times Q_S)/(\pi \times d_n^2) \qquad \text{(Éq. 12.2)}$$

Où :

U est la vitesse moyenne de l'air dans le tunnel, en km/h ;

U_S est la vitesse moyenne de l'air de prélèvement entrant dans la buse, en km/h ;

Q est le débit d'air moyen dans le tunnel, en m^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;

Q_S est le débit d'air moyen dans la buse de prélèvement, en m^3/h ;

d_n est le diamètre intérieur à la pointe de la buse, en mm ;

d_i est le diamètre intérieur du tunnel de prélèvement, en mm, tel que décrit dans le tableau A4/1.

Le rapport isocinétique est défini comme le rapport entre la vitesse de l'air dans la buse de prélèvement et celle dans le tunnel de prélèvement. L'équation 12.3 permet de calculer le rapport isocinétique en combinant les équations 12.1 et 12.2. Les valeurs du débit d'air dans le tunnel de prélèvement et dans la buse s'entendent aux mêmes conditions de température et de pression. Il faut donc utiliser des valeurs normalisées afin de garantir la comparabilité entre les différents laboratoires :

$$IR = \left(NQ_S / d_n^2\right) / \left(NQ / d_i^2\right) \qquad \text{(Éq. 12.3)}$$

Où :

IR est le rapport isocinétique ;

NQ_S est le débit d'air moyen normalisé dans la buse de prélèvement, en Nm^3/h ;

NQ est le débit d'air moyen normalisé dans le tunnel de prélèvement, en Nm^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;

d_n est le diamètre intérieur à la pointe de la buse, en mm ;

d_i est le diamètre intérieur du tunnel de prélèvement, en mm, tel que décrit dans le tableau A4/1.

Après conversion des unités de mesure du débit de prélèvement de [Nm^3/h] en [Nl/min] et celles du diamètre intérieur de [m] en [mm] aux fins de la conformité avec les unités conventionnelles, l'équation 12.3 devient l'équation 12.4.

$$IR = 0.06 \times \left(NQ_S / d_n^2\right) / \left(NQ / d_i^2\right) \qquad \text{(Éq. 12.4)}$$

Où :

IR est le rapport isocinétique ;

NQ_S est le débit d'air moyen normalisé dans la buse de prélèvement, en Nl/min ;

NQ est le débit d'air moyen normalisé dans le tunnel de prélèvement, en Nm^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;

d_n est le diamètre intérieur à la pointe de la buse, en mm ;

d_i est le diamètre intérieur du tunnel de prélèvement, en mm, tel que décrit dans le tableau A4/1.

Le laboratoire doit calculer le rapport isocinétique moyen pendant la phase de mesure des émissions d'un essai de mesure des émissions de freinage pour, d'un côté, les $PM_{2,5}$ et, de l'autre, les PM_{10}, au moyen de l'équation 12.4 :

a) Utiliser les valeurs correspondantes pour les diamètres intérieurs isocinétiques des buses pour le prélèvement des $PM_{2,5}$ ($d_{n\text{-}PM2,5}$) et des PM_{10} ($d_{n\text{-}PM10}$) ;

b) Utiliser les données relatives au débit moyen normalisé dans le tunnel (NQ) et aux débits de prélèvement moyens normalisés ($NQ_{PM2,5}$ et NQ_{PM10}) dans le fichier de données temporelles ;

c) Consigner les valeurs calculées comme indiqué dans le tableau A4/14.

12.1.3 Dispositif de filtration

12.1.3.1 Porte-filtre

Les échantillons de matières particulaires sont prélevés sur des filtres simples de 47 mm par essai, montés sur un porte-filtre adapté. Le porte-filtre doit être placé aussi près que possible de la sortie du séparateur cyclonique. Le laboratoire doit respecter les spécifications décrites ci-dessous concernant le porte-filtre :

a) Le porte-filtre doit être fait d'un matériau inerte et non corrosif, tel que l'acier inoxydable ou l'aluminium anodisé. Toutes les parties du porte-filtre qui sont en contact avec l'aérosol et le filtre doivent êtres électriquement conductrices et mises à la terre ;

b) Le porte-filtre doit être compatible avec des filtres circulaires. Le diamètre de la surface exposée traversée par l'échantillon d'air (surface utile du filtre) doit être compris entre 34 et 44 mm ;

c) Le porte-filtre doit permettre une répartition régulière du flux sur toute la surface utile du filtre ;

d) La configuration du porte-filtre doit être conçue de manière à éviter toute condensation d'eau. La température au niveau du porte-filtre doit être conforme à la spécification relative à l'ensemble de la ligne de prélèvement définie au paragraphe 12.1.2.2 et rester supérieure à 15 °C pendant toute la durée de l'essai de mesure des émissions de freinage.

Des porte-filtres à filtres multiples peuvent être utilisés pour le prélèvement d'échantillons de matières particulaires. Ils doivent satisfaire aux prescriptions ci-après en plus de celles énoncées aux alinéas a) à d) du présent paragraphe :

e) Tous les filtres doivent être placés dans un même dispositif porte-filtre dans des conditions identiques, dans un boîtier fermé, afin d'éviter toute contamination ;

f) Un seul filtre doit être utilisé à la fois pour le prélèvement des matières particulaires pendant une phase donnée de l'essai de mesure des émissions de freinage ;

g) L'utilisation d'un dispositif porte-filtre à filtres multiples ne doit avoir aucune incidence sur le sens du flux avant le dispositif ni à l'intérieur de celui-ci.

Un porte-filtre à filtres multiples qui modifie le sens du flux est autorisé s'il est prouvé qu'il est équivalent à un porte-filtre (à filtres multiples ou non) qui ne modifie pas le sens du flux. Les critères de conception des dispositifs de prélèvement définis dans le présent Règlement s'agissant des surfaces polies par électrolyse (le cas échéant), des transitions progressives et des limites de courbure des lignes de prélèvement doivent être respectés. L'équivalence doit être prouvée moyennant au moins trois répétitions avec au moins deux débits différents dans le tunnel, les deux porte-filtres étant utilisés simultanément pour la mesure. L'essai doit prévoir des répétitions pendant lesquelles les positions d'échantillonnage des deux porte-filtres sont interverties. La moyenne de la différence entre les deux porte-filtres doit être comprise dans une plage de ±2 % et l'écart type des différences dans une plage de ±3 %. Les critères doivent être respectés à la fois pour les $PM_{2,5}$ et les PM_{10}. Il est recommandé d'évaluer les porte-filtres à filtres multiples quand leur charge massique est comprise entre 0,3 et 1,0 mg.

12.1.3.2 Filtres de collecte

Des filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone ou des filtres à membrane à base de fluorocarbone doivent être utilisés pour la mesure des PM_{10} et des $PM_{2,5}$. Pour tous les types de filtres, le coefficient de rétention de particules de 0,3 µm de dioctyl phthalate di-octylphtalate (DOP) ou de polyalphaoléfine (PAO) CS 68649-12-7 ou CS 68037-01-4 doit être d'au moins 99 % à une vitesse nominale d'entrée dans le filtre d'au moins 5,33 cm/s mesurée conformément à l'une des normes ci-après :

a) U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 102.8: DOP-Smoke Penetration of Aerosol-Filter Element ;

b) U.S.A. Department of Defense Test Method Standard, MIL-STD-282 method 502.1.1: DOP-Smoke Penetration of Gas-Mask Canisters ;

c) Institute of Environmental Sciences and Technology, IEST-RP-CC021: Testing HEPA and ULPA Filter Media.

La conformité aux prescriptions d'efficacité concernant le dispositif de filtration décrit dans le présent paragraphe doit être certifiée par le fournisseur du filtre.

12.1.4 Procédure de pesée

Seul le filtre doit être pesé ; aucune autre partie de l'équipement de mesure ne doit l'être. Le laboratoire doit garantir que les différentes étapes de la procédure de pesée sont suivies conformément aux prescriptions suivantes :

a) Salle de pesée – L'atmosphère de la chambre doit être exempte de tout contaminant ambiant (tel que poussière, aérosol ou matériau semi-volatil) susceptible de contaminer les filtres à particules. Régler les conditions ambiantes de la salle de pesée à 22 ± 2 °C et à 45 ± 8 % d'humidité relative. Veiller à ce que le flux de l'échange d'air n'influe pas sur la stabilité de la balance ;

b) Balance – Utiliser la même balance de précision pour la pesée avant et après prélèvement dans le cadre d'un essai de mesure des émissions de freinage donné. Isoler la balance des vibrations, des forces électrostatiques et des courants d'air. La placer dans un environnement contrôlé – la salle de pesée – conformément aux spécifications décrites à l'alinéa a) du présent paragraphe. La résolution de la balance doit être d'au moins 1 μg. Utiliser des poids de tarage certifiés pour vérifier la stabilité et le bon fonctionnement de la balance de précision. La balance de précision doit satisfaire aux prescriptions relatives à l'étalonnage décrites au paragraphe 14.4 ;

c) Effets de l'électricité statique – Annuler les effets de l'électricité statique soit en plaçant la balance sur un tapis antistatique pour la mettre à la terre et en neutralisant les filtres de collecte de particules avant la pesée au moyen d'un neutraliseur au polonium ou par un autre moyen également efficace, soit en procédant par égalisation de la charge statique ;

d) Conditionnement et pesée avant prélèvement – Conditionner et stabiliser les filtres à 22 ± 2 °C et à 45 ± 8 % d'humidité relative pendant au moins 2 heures avant de les peser. Peser le filtre à la fin de la période de stabilisation selon la procédure décrite à l'alinéa g) du présent paragraphe et consigner la masse sur toutes les fiches d'essai pertinentes. Pendant l'opération de pesée, aucun écart par rapport aux conditions prescrites dans le présent paragraphe n'est admis. Stocker le filtre dans une boîte de Petri fermée (ou un dispositif équivalent) ou dans un porte-filtre scellé jusqu'à l'essai. Placer le filtre dans le porte-filtre dans l'heure qui suit son retrait de la salle de pesée. Utiliser la boîte de Petri fermée (ou le dispositif équivalent) ou le porte-filtre scellé pour transférer le filtre sur l'appareillage d'essai, ou alors monter le filtre dans le porte-filtre se trouvant déjà dans la salle de pesée ;

e) Conditionnement et pesée après prélèvement – Placer les filtres dans la chambre de conditionnement dans les 8 heures suivant la fin de l'essai. Les filtres peuvent demeurer plus longtemps dans le local d'essai (la pièce où se trouve le porte-filtre) sous réserve qu'ils restent enfermés à l'intérieur du porte-filtre et que la température dans le local d'essai reste comprise entre 15 et 30 °C. Transférer le filtre vers la chambre de conditionnement à l'aide d'une boîte de Petri fermée (ou d'un dispositif équivalent) ou d'un porte-filtre scellé, ou encore sans le retirer de son porte-filtre, en veillant à ce que les porte-filtre ne soient pas inclinés pendant le transfert. Conditionner et stabiliser les filtres à 22 ± 2 °C et à 45 ± 8 % d'humidité relative pendant au moins 2 heures. Peser le filtre à la fin de la période de stabilisation selon la procédure décrite à l'alinéa g) du présent paragraphe et consigner la masse sur toutes les fiches d'essai pertinentes. Pendant l'opération de pesée, aucun écart par rapport aux conditions prescrites dans le présent paragraphe n'est admis. Stocker le filtre dans une boîte de Petri fermée (ou un dispositif équivalent) ou dans un porte-filtre scellé ;

f) Pesée des filtres de référence – Utiliser des filtres de référence pour valider la pesée des matières particulaires suivant la procédure détaillée à la figure A4/17 et décrite ci-dessous :

i) Au moins deux filtres en fibre de verre revêtus de fluorocarbone ou filtres à membrane à base de fluorocarbone non utilisés correspondant à chaque milieu filtrant échantillonné doivent être pesés dans les 12 heures suivant la pesée du filtre de collecte ;

ii) Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement (au moins une fois par jour), ils doivent être pesés au début et à la fin d'une session de pesée des échantillons (avant la pesée préalable au prélèvement et après la pesée consécutive au prélèvement) ;

iii) Comparer les masses précises des filtres de référence obtenues à l'étape i) ou ii) à leur moyenne glissante. La moyenne glissante doit être calculée à partir des masses précises obtenues depuis que les filtres de référence se trouvent dans la salle de pesée, y compris celles mesurées à l'étape i) ou ii) ;

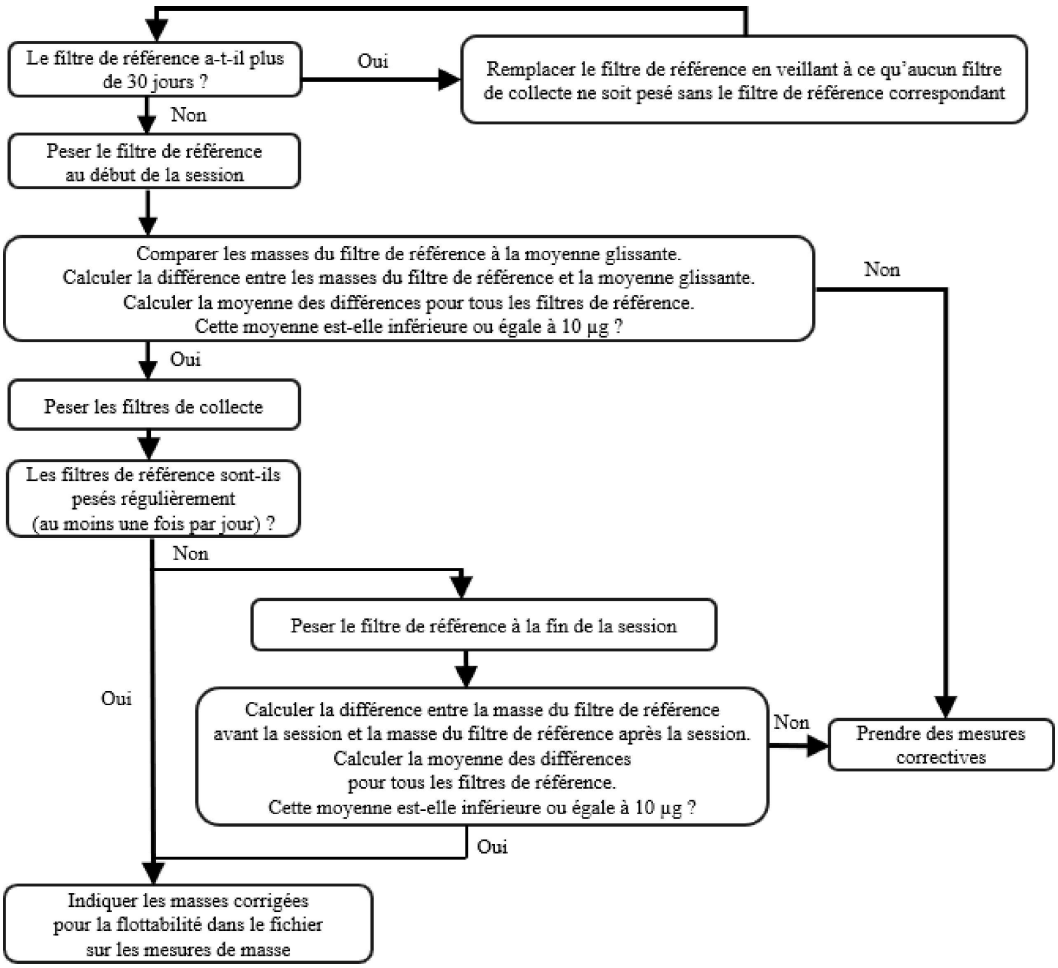
iv) La moyenne des écarts, en valeur absolue, entre les masses des filtres de référence et leur moyenne glissante doit être inférieure à 10 μg. En outre, si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, l'écart moyen entre la masse mesurée initiale et la masse mesurée finale du filtre de référence doit être inférieur à 10 μg ;

v) Remplacer les filtres de référence au maximum tous les 30 jours et de telle manière qu'aucun filtre de collecte ne soit pesé sans être comparé à un filtre de référence présent dans la salle de pesée depuis au moins deux jours ;

vi) N'indiquer que les masses corrigées pour la flottabilité dans le fichier sur les mesures de masse, conformément au paragraphe 13.3.2.

Figure A4/17

Diagramme de décision relatif à la procédure de pesée des filtres de référence



g) Pesée du filtre de collecte – Suivre la procédure décrite ci-dessous pour peser le filtre avant et après le prélèvement :

i) Peser le filtre deux fois et consigner les masses corrigées pour la flottabilité dans le fichier sur les mesures de masse ;

ii) Si la différence entre les première et deuxième mesures est inférieure ou égale à 10 µg, utiliser la moyenne arithmétique pour calculer la $Pe_{(Uncorrected)}$ et la $Pe_{(Corrected)}$ conformément à l'alinéa h) du présent paragraphe ;

iii) Si la différence entre les première et deuxième mesures est supérieure à 10 µg, effectuer deux pesées supplémentaires et consigner les masses corrigées pour la flottabilité dans le fichier sur les mesures de masse ;

iv) Si la différence entre les valeurs minimale et maximale des quatre masses est inférieure ou égale à 13 µg, utiliser la moyenne arithmétique de ces quatre masses pour calculer la $Pe_{(Uncorrected)}$ et la $Pe_{(Corrected)}$ conformément à l'alinéa h) du présent paragraphe ;

v) Si la différence entre les valeurs minimale et maximale des quatre masses est supérieure à 13 µg et inférieure ou égale à 15 µg, utiliser la médiane de ces quatre masses pour calculer la $Pe_{(Uncorrected)}$ et la $Pe_{(Corrected)}$ conformément à l'alinéa h) du présent paragraphe. La valeur médiane est la moyenne arithmétique des deuxième et troisième des quatre valeurs classées par ordre croissant ;

vi) Si la différence entre les valeurs minimale et maximale des quatre masses est supérieure à 15 µg, invalider la session de pesée et mettre le filtre en quarantaine dans la chambre de conditionnement. Le laboratoire peut décider d'enlever le filtre et de le remplacer par un nouveau filtre pour une session de pesée préalable au prélèvement, ou d'éliminer le filtre et de répéter l'essai de mesure des émissions de freinage pour une session de pesée consécutive au prélèvement ;

vii) Après au moins 24 heures, sortir le filtre de la quarantaine et le peser deux fois conformément aux alinéas i) et ii) du présent paragraphe ;

viii) Si la différence entre les première et deuxième nouvelles mesures est supérieure à 10 µg, enlever le filtre et invalider la session de pesée. Utiliser un nouveau filtre pour une session de pesée préalable au prélèvement ou éliminer le filtre et répéter l'essai de mesure des émissions de freinage pour une session de pesée consécutive au prélèvement ;

h) Correction de la flottabilité – Corriger les masses du filtre de collecte des particules et du filtre de référence en fonction de leur flottabilité dans l'air. La correction de flottabilité est fonction des masses volumiques respectives du filtre, de l'air et des poids de tarage de la balance. Elle ne tient pas compte de la flottabilité des matières particulaires elles-mêmes.

Utiliser les valeurs suivantes pour la masse volumique du matériau du filtre (p_f) si celle-ci n'est pas connue : a) filtre en fibre de verre revêtu de fluorocarbone : 2 300 kg/m³ ; b) filtre à membrane à base de fluorocarbone : 2 144 kg/m³.

Utiliser une masse volumique (p_w) de 8 000 kg/m³ pour les poids de tarage en acier inoxydable ou la masse volumique connue pour les autres matériaux de poids de tarage. Appliquer la Recommandation internationale OIML R 111-1 Édition 2004(F) (ou son équivalent) de l'Organisation internationale de métrologie légale sur les masses étalons.

Utiliser la mesure de la masse moyenne du filtre non corrigée pour calculer la mesure de la masse moyenne du filtre corrigée pour la flottabilité pour les filtres à $PM_{2,5}$ et à PM_{10} (avant et après prélèvement) à l'aide de l'équation 12.5. Consigner les mesures corrigées dans le fichier sur les mesures de masse :

$$Pe_{(Corrected)} = Pe_{(Uncorrected)} \times \left[1 - \left(p_a / p_w\right)\right] / \left[1 - \left(p_a / p_f\right)\right] \qquad \text{(Éq. 12.5)}$$

Où :

$Pe_{(Corrected)}$ est la masse corrigée de chaque filtre, en mg ;

$Pe_{(Uncorrected)}$ est la masse non corrigée de chaque filtre, en mg ;

p_a est la masse volumique de l'air dans la salle de pesée, obtenue selon l'équation 12.6, en kg/m³ ;

p_w est la masse volumique des poids de tarage de la balance, telle que décrite au paragraphe e) ;

p_f est la masse volumique du filtre de collecte (non utilisé), telle que décrite au paragraphe e).

Utiliser les conditions régnant dans la chambre au moment de la pesée pour calculer la masse volumique de l'air, à l'aide de l'équation 12.6.

$$p_a = \left(p_b \times M_{mix}\right) / \left(R \times T_a\right) \qquad \text{(Éq. 12.6)}$$

Où :

p_a est la masse volumique de l'air dans la salle de pesée, en kg/m³ ;

p_b est la pression atmosphérique dans la salle de pesée, en kPa ;

M_{mix} est la masse molaire de l'air dans la salle de pesée, 28,836 g mol^{-1} ;

R est la constante de masse molaire, 8,3144 J mol^{-1} K^{-1} ;

T_a est la température de l'air ambiant dans la salle de pesée, en K.

i) Charge du filtre – Soustraire la masse moyenne du filtre mesurée avant le prélèvement de sa masse mesurée après le prélèvement. Utiliser les mesures de la masse moyenne du filtre corrigée pour la flottabilité, calculées à l'alinéa h) du présent paragraphe. Calculer les charges des filtres de $PM_{2,5}$ ($Pe_{(2,5)}$) et de PM_{10} ($Pe_{(10)}$) et les consigner dans le fichier sur les mesures de masse, conformément aux spécifications énoncées dans le tableau A4/14 ;

j) Conditions de stockage et de transfert – Conserver les filtres pesés dans des boîtes spécialement adaptées à leur taille. Utiliser des pinces en acier inoxydable pour manipuler les filtres. Réduire autant que possible les déplacements des filtres dans les boîtes de Petri ou sacs et leur transport. Installer avec précaution le filtre de collecte des particules dans le porte-filtre. Toute manipulation brutale ou abrasive engendrera des erreurs dans la détermination de la masse.

12.1.5 Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires

Le laboratoire doit consigner les émissions de matières particulaires en masse par unité de distance parcourue. Calculer les coefficients d'émission de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} de référence (ou initiaux) du frein soumis à l'essai (EF_{ref}) au moyen, respectivement, des équations 12.7 et 12.8.

$$PM_{2.5}\ EF_{ref} = \left[Pe_{(2.5)} \times 1000 \times (NQ/60)/NQ_{PM2.5}\ \right] \Big/ d \qquad \text{(Éq. 12.7)}$$

$$PM_{10}\ EF_{ref} = \left[Pe_{(10)} \times 1000 \times (NQ/60)/NQ_{PM10}\right] \Big/ d \qquad \text{(Éq. 12.8)}$$

Où :

$PM_{2,5}\ EF_{ref}$	est le coefficient d'émission de $PM_{2,5}$ de référence du frein soumis à l'essai en masse par unité de distance parcourue (mg/km) ;
$PM_{10}\ EF_{ref}$	est le coefficient d'émission de PM_{10} de référence du frein soumis à l'essai en masse par unité de distance parcourue (mg/km) ;
$Pe_{(2.5)}$	est la charge massique du filtre de collecte des $PM_{2,5}$, en mg, telle que décrite dans le tableau A4/11 ;
$Pe_{(10)}$	est la charge massique du filtre de collecte des PM_{10}, en mg, telle que décrite dans le tableau A4/11 ;
NQ	est le débit d'air moyen normalisé dans le tunnel de prélèvement, en Nm^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;
$NQ_{PM2,5}$	est le débit d'air moyen normalisé dans la buse de prélèvement de $PM_{2,5}$, en Nl/min, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;
NQ_{PM10}	est le débit d'air moyen normalisé dans la buse de prélèvement de PM_{10}, en Nl/min, tel que décrit dans le tableau A4/10;
d	est la distance totale parcourue pendant le cycle de freinage WLTP, en km, telle que décrite dans le tableau A4/10.

a) Calculer les masses de matières particulaires ($Pe_{(10)}$ et $Pe_{(2,5)}$) comme indiqué à l'alinéa i) du paragraphe 12.1.4 après avoir corrigé les valeurs pour la flottabilité, comme prescrit à l'alinéa h) du paragraphe 12.1.4 ;

b) Calculer le débit normalisé moyen dans le tunnel (NQ), les débits de prélèvement normalisés moyens ($NQ_{PM2,5}$ et NQ_{PM10}) et la distance totale parcourue pendant le cycle de freinage WLTP (d) pendant la phase de mesure des émissions, à partir des paramètres indiqués dans le fichier de données temporelles ;

c) Calculer les coefficients d'émission de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} de référence ($PM_{2,5}\ EF_{ref}$ et $PM_{10}\ EF_{ref}$) du frein soumis à l'essai au moyen, respectivement, des équations 12.7 et 12.8. Utiliser ensuite le coefficient correspondant à la part du freinage à friction tiré du tableau 4 ou mesuré conformément à l'annexe 5 du présent Règlement pour le calcul des coefficients finals d'émission de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} du frein soumis à l'essai. Si le coefficient correspondant à la part du freinage à friction est tiré du tableau 4, appliquer le coefficient qui est associé au type d'électrification du véhicule dont les paramètres ont été utilisés aux fins des essais réalisés sur le frein. Calculer les valeurs finales des coefficients d'émission de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} au moyen, respectivement, des équations 12.9 et 12.10 :

$$PM_{2,5}\ EF = PM_{2,5}\ EF_{ref} * c \qquad \text{(Éq. 12.9)}$$

$$PM_{10}\ EF = PM_{10}\ EF_{ref} * c \qquad \text{(Éq. 12.10)}$$

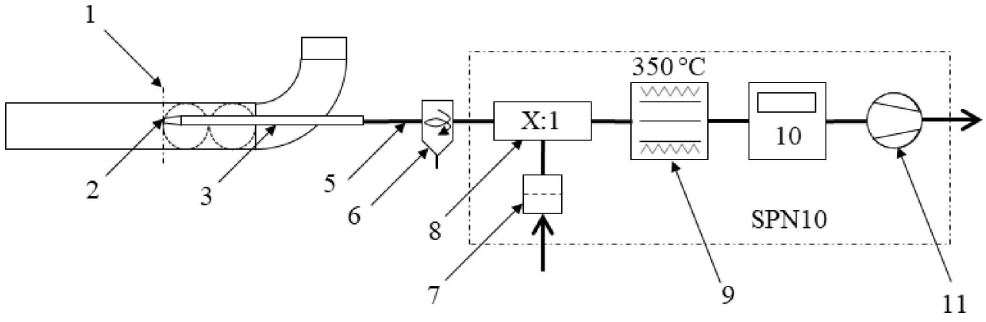
d) Consigner les coefficients finals d'émission de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} comme indiqué dans le tableau A4/14.

12.2 Mesure de la concentration en nombre de particules

Le présent paragraphe décrit les spécifications relatives à la mesure des émissions en nombre de particules lors d'un essai de mesure des émissions de freinage. Les systèmes de prélèvement de particules et de mesure du nombre de particules permettent de quantifier le nombre de particules produites par le frein pendant l'essai. Les émissions en nombre de particules mesurées et les paramètres de l'essai permettent d'obtenir les coefficients d'émission du frein soumis à l'essai, exprimés en nombre de particules émises par unité de distance parcourue.

Figure A4/18

Exemple de configuration du système de prélèvement de particules et de mesure du nombre de particules



1 – Plan de prélèvement ; 2 – Buse de prélèvement ; 3 – Sonde de prélèvement pour la mesure des émissions en nombre de particules ; 4 – Réservé ; 5 – Tube de transfert de particules ; 6 – Séparateur cyclonique de particules ; 7 – Entrée de l'air de dilution passant par un filtre ; 8 – Étape de dilution ; 9 – Séparateur de particules volatiles ; 10 – Compteur de particules doté d'un dispositif de contrôle du débit interne et de mesure de la masse et du débit volumique ; 11 – Pompe.

Dans l'ensemble, le dispositif (pièces individuelles et raccordements) doit être fait de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage et mis à la terre afin d'éviter les effets électriques ou électrostatiques. La figure A4/18 présente un exemple de configuration du dispositif de prélèvement de particules et de mesure du nombre de particules. Le système d'essai doit pouvoir mesurer le nombre de particules solides (SPN10) d'un diamètre nominal de mobilité électrique d'environ 10 nm et plus. L'emplacement et les dimensions des différents éléments sont indiqués à titre d'illustration. La stricte conformité à la figure n'est donc pas exigée.

Les systèmes de prélèvement et de mesure destinés à la détermination du SPN10 doivent se composer des éléments suivants :

h) Une sonde de prélèvement pour la mesure du nombre de particules, permettant de prélever un échantillon dans le tunnel de prélèvement. Les spécifications relatives à la conception de cette sonde sont décrites au paragraphe 12.2.1.2 ;

i) Une buse de prélèvement appropriée pour la mesure du nombre de particules, installée à l'extrémité de ladite sonde de prélèvement. Les spécifications relatives à la conception de cette buse sont décrites au paragraphe 12.2.1.3 ;

j) Un PTT approprié permettant de transférer l'aérosol de la sortie de la sonde de prélèvement vers l'entrée du séparateur primaire de particules. Si le séparateur primaire est monté directement à la sortie de la sonde de prélèvement, le PTT peut servir à transférer les particules de la sortie du séparateur primaire vers l'entrée du séparateur de particules volatiles. Les spécifications relatives à la conception du PTT sont décrites au paragraphe 12.2.1.4 ;

k) Un séparateur primaire de particules, permettant d'éliminer les plus grosses particules. Les spécifications relatives au séparateur primaire sont décrites au paragraphe 12.2.2.1 ;

l) Un séparateur de particules volatiles (VPR), qui dilue l'échantillon et isole les particules volatiles avant la mesure du nombre de particules. Les spécifications relatives à la conception du VPR sont décrites au paragraphe 12.2.2.2 ;

m) Une conduite de transfert interne permettant de diriger l'aérosol de la sortie du VPR vers l'entrée du PNC. Les spécifications relatives à la conception de cette conduite sont décrites au paragraphe 12.2.2.3 ;

n) Un PNC permettant de mesurer la concentration en SPN10. Les spécifications relatives au PNC sont décrites au paragraphe 12.2.3.1.

Des sondes différentes doivent être utilisées aux fins du prélèvement destiné à la détermination du SPN10, comme indiqué au paragraphe 12.2.1.1 a). Il est possible d'utiliser la même sonde de prélèvement à condition que le diviseur de flux utilisé satisfasse aux prescriptions énoncées aux alinéas b) à e) du paragraphe 12.2.1.1.

12.2.1 Extraction d'échantillons

12.2.1.1 Plan de prélèvement

Le plan de prélèvement doit être conçu conformément aux spécifications décrites au paragraphe 7.6. Les spécifications supplémentaires ci-après s'appliquent au plan de prélèvement pour l'installation des sondes de prélèvement destinées à la mesure du nombre de particules :

a) Une sonde de prélèvement doit être utilisée pour la mesure du SPN10. Dans la figure A4/7, les points noirs représentent les sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules.

12.2.1.2 Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules

Une sonde de prélèvement adaptée à la mesure du nombre de particules doit être utilisée pour extraire l'échantillon et le diriger du tunnel vers l'entrée du tube de transfert de particules ou du séparateur primaire de particules. La sonde de prélèvement doit satisfaire aux prescriptions de conception suivantes :

a) La ou les sondes doivent être conçues de manière à réduire au minimum les pertes de particules entre la pointe de la buse et l'entrée du tube de transfert de particules ;

b) La ou les sondes doivent être faites dans des matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage. Elles doivent être mises à la terre afin d'éviter les effets électriques/électrostatiques. Utiliser une ou des sondes en acier inoxydable poli par électrolyse (ou par un autre processus permettant un rendu équivalent) afin que la surface soit aussi propre et lisse que possible ;

c) La ou les sondes doivent avoir un diamètre intérieur constant (d_p) compris entre10 mm et 18 mm garantissant un flux laminaire (10 mm ≤ d_p ≤ 18 mm) dans toutes les conditions de fonctionnement ;

d) La longueur totale de la ou des sondes, de la pointe de la buse de prélèvement jusqu'à l'entrée du tube de transfert de particules ou du séparateur primaire de particules, ne doit pas dépasser 1 m ;

e) Le temps de séjour depuis l'entrée de la pointe de la buse jusqu'à l'entrée du tube de transfert des particules ou du séparateur primaire de particules doit être inférieur à 3 s ;

f) Les sondes peuvent présenter au maximum un coude de 90° à condition que le rayon de courbure r_b soit au moins égal à quatre fois leur diamètre intérieur (4 d_p).

12.2.1.3 Buses de prélèvement pour la mesure du nombre de particules

Des buses permettant d'assurer un prélèvement isocinétique sur la base du débit de prélèvement total extrait et du débit d'air de refroidissement moyen doivent être utilisées. Pour la détermination du SPN10, le laboratoire doit choisir des buses de prélèvement satisfaisant aux prescriptions ci-après :

a) Les buses doivent être en acier inoxydable poli par électrolyse (ou par un autre processus permettant un rendu équivalent) à l'intérieur afin que leur surface soit aussi propre et lisse que possible ;

b) Les buses doivent permettre d'obtenir un rapport isocinétique compris entre 0,6 et 1,5 ;

c) La taille de la buse doit être choisie en fonction du débit appliqué de sorte que le rapport isocinétique (par. 12.1.2.4) reste conforme aux spécifications définies à l'alinéa b) du présent paragraphe. Ne pas utiliser de buses dont le diamètre intérieur est inférieur à 4 mm ;

d) Les buses doivent avoir un diamètre intérieur constant sur une longueur d'au moins une fois le diamètre intérieur ou 10 mm à partir de la pointe de la buse, la valeur la plus élevée étant retenue ;

e) La paroi des buses doit être mince à l'extrémité pour réduire au minimum la distorsion du flux. Le rapport entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur de ces buses doit être inférieur à 1,1 à la pointe de celles-ci ;

f) Toute variation de l'alésage des buses doit être fuselée avec un angle conique inférieur à 30° ;

g) Les buses doivent être placées de manière que leur axe soit parallèle à celui du tunnel de prélèvement, l'angle d'aspiration devant rester inférieur ou égal à 15°.

Le laboratoire doit nettoyer les buses fréquemment conformément aux spécifications du fabricant en ce qui concerne la méthode et la fréquence. En l'absence de telles spécifications, nettoyer les buses avant chaque essai de mesure des émissions de freinage conformément aux spécifications définies par leur fabricant en ce qui concerne les moyens de nettoyage.

12.2.1.4 Tube de transfert des particules

Si le séparateur primaire de particules n'est pas directement raccordé à la sortie de la sonde, un tube de transfert des particules (PTT) approprié doit être utilisé pour diriger l'aérosol de la sortie de la sonde vers l'entrée du séparateur primaire de particules. Si le séparateur primaire de particules est directement relié à la sortie de la sonde, le PTT doit être utilisé pour diriger l'aérosol de la sortie du séparateur primaire vers l'entrée du système de conditionnement des échantillons. Dans tous les cas, un seul PTT peut être utilisé et sa conception doit répondre aux prescriptions suivantes concernant le prélèvement destiné à la détermination du SPN10 :

a) Utiliser des tubes de transfert conçus de manière à réduire au minimum les pertes survenant lors du transport des particules entre la sortie de la sonde et l'entrée du séparateur primaire de particules ou entre la sortie de ce séparateur et l'entrée du système de conditionnement des échantillons ;

b) Si le diamètre varie entre la sortie de la sonde et l'entrée du séparateur primaire de particules ou entre la sortie du séparateur primaire et l'entrée du système de conditionnement des échantillons, des tubes de transfert présentant des variations progressives de diamètre doivent être utilisés ;

c) Des sondes faites dans des matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les aérosols issus du freinage doivent être utilisées ;

d) Les tubes de transfert doivent avoir un diamètre intérieur (d_{tt}) d'au moins 4 mm garantissant un flux laminaire dans toutes les conditions d'utilisation ;

e) Le rapport entre la longueur des tubes de transfert et le débit de prélèvement doit être inférieur à 60 000 s/m² ;

f) Le temps de séjour des particules à l'intérieur des tubes de transfert doit être inférieur à 1 s ;

g) Les tubes de transfert peuvent présenter un coude à condition que le rayon de courbure r_b soit au moins égal à 25 fois leur diamètre (25 d_{tt}).

12.2.2 Traitement et conditionnement des échantillons

12.2.2.1 Séparateur primaire de particules

Le laboratoire doit utiliser un séparateur cyclonique pour protéger le système de dilution et le VPR contre une éventuelle contamination. Le laboratoire doit s'assurer que le séparateur primaire de particules utilisé aux fins du prélèvement destiné à la détermination du SPN10 satisfasse aux prescriptions suivantes :

a) Réservé ;

b) Réservé ;

c) Le séparateur cyclonique doit être placé soit à la sortie de la sonde de prélèvement, soit à l'entrée du système de conditionnement des échantillons ;

d) Des séparateurs cycloniques disponibles sur le marché et ayant un point de coupure à 50 % compris entre 2,5 µm et 10 µm au débit volumique de prélèvement des particules qui passent par le séparateur cyclonique doivent être utilisés ;

e) Le cyclone doit avoir une efficacité de pénétration minimale de 80 % pour un diamètre de particule de 1,5 µm ;

f) Le cyclone doit être fait de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les particules de freinage et mis à la terre afin d'éviter les effets électriques ou électrostatiques.

Le laboratoire doit fréquemment inspecter et nettoyer les parois internes des cyclones conformément aux spécifications du fabricant en ce qui concerne la fréquence et les moyens de nettoyage.

12.2.2.2 Conditionnement des échantillons

L'aérosol doit être conditionné avant de pénétrer dans le PNC. Le laboratoire doit s'assurer que le système de conditionnement des échantillons satisfait aux prescriptions ci-après en fonction du paramètre mesuré :

a) à j) Réservé

SPN10

Le VPR doit comprendre au moins un dilueur de particules initial (PND1) et un tube d'évaporation. Un deuxième dilueur (PND2) peut être installé, à titre facultatif, en série avec le PND1 et le tube d'évaporation. Les spécifications ci-après s'appliquent au VPR pour le conditionnement de l'aérosol lors de la détermination du SPN10 :

k) Tous les éléments du VPR qui entrent en contact avec l'échantillon doivent être faits de matériaux électriquement conducteurs, être mis à la terre de façon à prévenir les effets électrostatiques et être conçus pour réduire le plus possible les dépôts de particules ;

l) Le VPR doit être capable de diluer l'échantillon en une ou plusieurs étapes pour porter la concentration en nombre de particules sous le seuil à partir duquel le PNC ne peut plus fonctionner en mode de comptage particule par particule. L'ensemble du système doit pouvoir réaliser un facteur de dilution d'au moins 10:1 ;

m) Le VPR doit être capable de maintenir la température du gaz en dessous de la température d'entrée maximale autorisée spécifiée par le fabricant du PNC ;

n) Une étape initiale de dilution chauffée à l'issue de laquelle la température de paroi de l'échantillon est comprise entre 150 °C et 350 °C peut être prévue. La valeur de consigne de la température de paroi ne doit pas dépasser la température de paroi du tube d'évaporation. Le dilueur doit être alimenté par de l'air filtré par un filtre THE appartenant au minimum à la classe H13 telle que définie dans la norme EN 1822:2008, ou un filtre équivalent ;

o) Le VPR doit comprendre un tube d'évaporation catalytiquement actif dont la température de paroi est supérieure ou égale à celle du PND1. Cette température doit rester à une valeur nominale de fonctionnement fixe de 350 °C ;

p) Le VPR doit maintenir une température nominale constante, avec une tolérance de ±10 °C, lors des étapes du processus réalisées à chaud. Il doit également indiquer si ces étapes se déroulent à la bonne température de fonctionnement ;

q) Le VPR doit réaliser, pour des particules dont le diamètre de mobilité électrique est de 15 nm, 30 nm et 50 nm, un PCRF conforme à la méthode et aux prescriptions énoncées au paragraphe 14.5.2 ;

r) Le VPR doit suivre la variation du facteur de dilution en temps réel pour indiquer la moyenne arithmétique du PCRF ($f_{r\text{-}SPN10}$) à une fréquence de 1 Hz. La moyenne arithmétique du PCRF doit être calculée selon la méthode décrite au paragraphe 14.5.2 ;

s) Le VPR doit indiquer les concentrations en SPN10 corrigées par le PCRF dans des conditions normales à une fréquence égale ou supérieure à 0,5 Hz ;

t) Le VPR doit réaliser une vaporisation de plus de 99,9 % de particules de tétracontane ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) dont le diamètre médian est supérieur à 50 nm et la masse est supérieure à 1 mg/m3, par chauffage et réduction des pressions partielles du tétracontane ;

u) Il doit avoir une efficacité de pénétration des particules solides d'au moins 70 % pour des particules d'un diamètre de mobilité électrique de 100 nm ;

v) Il doit pouvoir fonctionner à des pressions de prélèvement comprises entre 85 et 105 kPa, avec des différences de pression relative comprises entre -5 kPa et +5 kPa par rapport à la pression ambiante.

12.2.2.3 Conduite de transfert interne de particules

Les conduites permettant de transférer l'aérosol du VPR vers l'entrée du PNC doivent être conformes aux spécifications suivantes :

a) Les conduites de transfert internes doivent être conçues de manière à réduire au minimum les pertes survenant lors du transport des particules entre le VPR et l'entrée du PNC ;

b) Les conduites de transfert internes doivent être faites de matériaux électriquement conducteurs qui ne réagissent pas avec les aérosols issus du freinage ;

c) Les conduites de transfert internes doivent avoir un diamètre intérieur constant (d_{ti}) d'au moins 4 mm garantissant un flux laminaire dans toutes les conditions d'utilisation ;

d) La longueur totale des conduites de transfert internes, de la sortie du VPR jusqu'à l'entrée du PNC, ne doit pas dépasser 1 m ;

e) Le temps de séjour des particules dans les conduites de transfert internes doit être inférieur à 1 s ;

f) La conduite de transfert interne de particules peut présenter un coude à condition que le rayon de courbure rb soit au moins égal à 10 fois son diamètre intérieur (10 d_{ti}).

12.2.3 Mesure des particules

12.2.3.1 Compteur de particules

Des compteurs de particules (PNC) doivent être utilisés pour la détermination des concentrations en SPN10. Le laboratoire doit garantir que le compteur de particules satisfait aux prescriptions ci-après pour la détermination du SPN10 :

a) Le compteur de particules doit fonctionner en flux total ;

b) Il doit effectuer le comptage avec une exactitude de ±10 % dans la plage comprise entre 1 par cm^3 et le seuil à partir duquel le PNC ne fonctionne plus en mode de comptage particule par particule selon une norme spécifiée ;

c) Sa résolution doit être d'au moins 0,1 particule par cm^3 à des concentrations inférieures à 100 par cm^3 ;

d) Il doit avoir une réponse linéaire aux concentrations de particules sur toute la plage de mesure en mode de comptage particule par particule ;

e) Il doit avoir un temps de réponse t_{90} de moins de 5 s sur la plage de mesure des concentrations ;

f) Il doit avoir un facteur d'étalonnage interne obtenu à partir de l'étalonnage de linéarité par rapport à une référence spécifiée, appliqué pour déterminer l'efficacité du comptage du nombre de particules. L'efficacité de comptage et le facteur d'étalonnage doivent être consignés conformément aux spécifications du paragraphe 14.6 ;

g) Le PNC doit être étalonné avec de la *polyalphaoléfine de viscosité 4 cSt* (huile Emery), des particules de type suie (par exemple, de la suie produite par une flamme ou des particules de graphite) ou des particules d'argent ;

h) Le PNC doit avoir une efficacité de comptage de 65 % (±15 %) pour les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 10 nm et de plus de 90 % pour les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 15 nm. Ces efficacités de comptage peuvent être obtenues par des moyens internes (par exemple, une conception appropriée des instruments) ou externes (par exemple, l'utilisation d'un séparateur granulométrique primaire) ;

i) Si le PNC fonctionne avec un liquide, celui-ci doit être remplacé à la fréquence indiquée par le fabricant de l'instrument.

12.2.3.2 Débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules

Le système de mesure du nombre de particules doit satisfaire aux dispositions ci-après relatives à la régulation et à la mesure du débit de prélèvement (c'est-à-dire le débit au niveau de la sonde de prélèvement pour la mesure du nombre de particules) :

a) L'erreur maximale tolérée de la méthode de mesure du débit du système de prélèvement et de mesure est de ±5 % de la valeur indiquée, dans toutes les conditions de fonctionnement ;

b) Un débitmètre étalonné de manière à indiquer le débit d'air dans les conditions normales doit être utilisé. Si le débitmètre n'est pas étalonné de manière à indiquer les valeurs dans des conditions normales, il doit être équipé d'un capteur de température installé en amont. Pour une conversion adaptée, l'exactitude du capteur de température doit être de ±1,0 °C et l'exactitude de la mesure de pression doit être de ±1,0 kPa. Cette mesure doit servir à convertir les valeurs de débit ;

c) L'écart entre le débit de prélèvement normalisé réel (NQ_{SPN10}) et la valeur moyenne doit être inférieur ou égal à 10 % pour l'essai considéré. Utiliser un dispositif doté d'une fonction de contrôle du débit (orifice à régime critique, détendeur, régulateur à réaction, etc.) pour assurer un débit stable ;

d) Enregistrer le débit de prélèvement normalisé réel et le consigner à une fréquence de 1 Hz dans le fichier de données temporelles. Consigner les débits de prélèvement normalisés réels moyens comme indiqué au paragraphe 13.4 ;

e) Faire en sorte que le rapport isocinétique moyen pendant la phase de mesure des émissions d'un frein donné soit compris entre 0,60 et 1,50 ;

f) Calculer le rapport isocinétique moyen pour le SPN10 au moyen de l'équation 12.4. Utiliser les valeurs correspondantes pour les diamètres intérieurs isocinétiques des buses servant au prélèvement en vue de la détermination du SPN10. Utiliser les données relatives au débit normalisé moyen dans le tunnel (NQ) et aux débits de prélèvement normalisés moyens (NQ_{SPN10}) dans le fichier de données temporelles. Consigner les valeurs calculées comme indiqué dans le tableau A4/14 ;

g) Si le débit de prélèvement ou les prescriptions isocinétiques énoncées dans le présent paragraphe ne sont pas respectés, l'essai n'est pas valable ;

h) Les dispositifs de prélèvement pour la mesure du nombre de particules doivent fonctionner de manière continue pendant la phase de mesure des émissions de freinage, y compris les temps de refroidissement entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP, au cours desquels il ne faut ni interrompre le prélèvement des particules ni contourner la ligne de prélèvement principale. Ces dispositifs de prélèvement doivent fonctionner jusqu'à la fin de la vérification de la concentration ambiante de particules consécutive à l'essai.

12.2.4 Calcul des émissions en nombre de particules

Le laboratoire doit consigner les émissions en nombre de particules par unité de distance parcourue. Le coefficient d'émission en SPN10 de référence (ou initial) du frein soumis à l'essai (EF_{ref}) est calculé selon l'équation 12.12.

Réservé (Éq. 12.11)

$$\text{SPN10 } EF_{ref} = 10^6 \times (SPN_{10\ \#} \times NQ)/V \quad \text{(Éq. 12.12)}$$

Où :

SPN10 EF_{ref}	est le SPN10 par unité de distance parcourue pour le frein soumis à l'essai, en nombre de particules par km ;
$SPN_{10\ \#}$	est le SPN10 normalisé moyen, corrigé par le PCRF, exprimé en nombre de particules par Ncm^3, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;
NQ	est le débit d'air normalisé moyen dans le tunnel de prélèvement, Nm^3/h, tel que décrit dans le tableau A4/10 ;
V	est la vitesse réelle moyenne du cycle de freinage WLTP, en km/h, telle que décrite dans le tableau A4/10.

a) Calculer le SPN10 moyens normalisés, corrigés par le PCRF, à partir des paramètres donnés dans le fichier de données temporelles ;

b) Calculer le débit moyen normalisé dans le tunnel (NQ) et la vitesse moyenne du cycle de freinage WLTP (V) pendant la phase de mesure des émissions, à partir des paramètres indiqués dans le fichier de données temporelles ;

c) Calculer le coefficient d'émission en SPN10 de référence du frein soumis à l'essai (EF_{ref}) au moyen de l'équation 12.12. Utiliser ensuite le coefficient correspondant à la part du freinage à friction tiré du tableau 4 ou mesuré conformément à l'annexe 5 du présent Règlement pour le calcul du coefficient final d'émission en SPN10 du frein soumis à l'essai. Appliquer le coefficient qui est associé au type d'électrification du véhicule dont les paramètres ont été utilisés aux fins des essais réalisés sur le frein. Calculer la valeur finale du coefficient d'émission en SPN10 au moyen de l'équation 12.14 :

Réservé (Éq. 12.13)

$$\text{SPN10 EF} = \text{SPN10 EF}_{ref} * c \quad \text{(Éq. 12.14)}$$

d) Consigner le coefficient d'émission en SPN10, tel qu'indiqué dans le tableau A4/14 ;

e) Si le SPN10 mesuré sort de la plage de mesure spécifiée du PNC, l'essai n'est pas valable.

12.2.5 Procédure de vérification du système de comptage du nombre de particules

Le laboratoire doit appliquer les procédures de vérification du système de comptage du nombre de particules ci-après pour s'assurer que l'ensemble du système est pleinement opérationnel :

a) On vérifie au moyen d'un débitmètre étalonné que la valeur affichée du débit entrant dans le PNC ne s'écarte pas de plus de 5 % du débit nominal de l'instrument. Par «débit nominal», on entend le débit indiqué dans les documents correspondant au dernier étalonnage du PNC. Le laboratoire doit procéder à cette vérification tous les mois ;

b) Un contrôle de zéro du PNC, effectué au moyen d'un filtre suffisamment efficace placé à l'entrée, doit donner une concentration inférieure ou égale à 0,2 particule par cm^3. Ce filtre une fois déposé, le PNC, s'il mesure de l'air ambiant, doit indiquer une augmentation de la concentration. Une fois le filtre remis en place, la concentration doit de nouveau être inférieure ou égale à 0,2 particule par cm^3. Le PNC ne doit pas signaler d'erreur. Le laboratoire doit effectuer ce contrôle pour chaque essai de mesure des émissions de freinage ;

c) Le PNC doit indiquer une concentration mesurée inférieure à 0,5 particule par cm^3 (sans correction du PCRF) si un filtre THE répondant au minimum à la classe H13, définie dans la norme EN 1822:2008, ou un filtre équivalent, est raccordé à l'entrée du système de conditionnement des échantillons. Le laboratoire doit procéder à cette vérification avant chaque essai de mesure des émissions de freinage ;

d) Avant le début de chaque essai de mesure des émissions, le laboratoire doit confirmer que le système de mesure a indiqué que le système de conditionnement des échantillons avait atteint ses températures correctes de fonctionnement.

12.3 Mesure de la perte de masse

La perte de masse du frein soumis à l'essai fournit des informations utiles sur la fiabilité et la bonne exécution de l'ensemble de la procédure d'essai. Elle peut servir à repérer d'éventuels problèmes lors de l'essai de mesure des émissions de freinage.

Le laboratoire doit mesurer les masses initiale et finale du dispositif de freinage, avant et après l'essai. Il doit veiller à ne pas perturber le dispositif de freinage pendant l'essai de mesure des émissions de freinage. Étant donné que de nouvelles pièces doivent être utilisées après le réglage du débit d'air de refroidissement, la masse initiale correspond à la masse mesurée avant le début de la phase de rodage et la masse finale correspond à la masse mesurée après la phase de mesure des émissions. Toutes les mesures doivent être réalisées conformément à la procédure suivante :

a) Nettoyer les pièces à l'aide d'un aspirateur avant d'effectuer les mesures afin d'éliminer tout risque de contamination ;

b) Inspecter toutes les pièces du frein pour déceler d'éventuels bavures, fissures, vides ou décollements et les consigner, le cas échéant, puis procéder aux mesures initiales ;

c) Peser chaque pièce séparément, le thermocouple étant installé et le connecteur de celui-ci retiré (dans le cas des disques et des tambours). Consigner la masse initiale dans le fichier sur les mesures de masse ;

d) Peser le matériau de friction du frein, y compris les cales antibruit, les ressorts des cales pour plaquette et les autres éléments faisant partie du dispositif. Avant la pesée, retirer la bande adhésive des plaquettes de frein, la graisse éventuellement présente sur les parties des matériaux de friction qui sont en appui, les connecteurs et les autres composants amovibles. La masse des composants amovibles doit être prise en compte de la même façon (comprise ou exclue) pendant les mesures de masse réalisées avant et après l'essai. Consigner les masses initiales dans le fichier sur les mesures de masse ;

e) Utiliser une balance d'une résolution égale ou supérieure à 0,1 g pour les pièces dont la masse totale est inférieure à 20 kg. Utiliser des poids de tarage certifiés pour vérifier la stabilité et le bon fonctionnement de la balance à intervalles réguliers (tableau A4/15). La balance de précision doit satisfaire aux prescriptions relatives à l'étalonnage décrites au paragraphe 14.4. Il est recommandé d'installer la balance dans un local maintenu à une température de 22 ± 2 °C et à 45 ± 8 % d'humidité relative ;

f) Après la fin de l'essai de mesure des émissions de freinage, s'assurer que les pièces de frein refroidissent jusqu'à atteindre une température égale ou inférieure à 30 °C en les stockant pendant 24 h au maximum dans un local où les conditions d'air et d'humidité sont contrôlées ;

g) Une fois que les pièces de frein ont refroidi, les nettoyer pour éliminer toute trace de graisse ou toute contamination avant d'effectuer les dernières mesures de masse ;

h) Peser le disque ou le tambour et les plaquettes ou les mâchoires séparément. Consigner les masses finales dans le fichier sur les mesures de masse ;

i) Calculer la perte de masse du disque ou du tambour et des plaquettes ou mâchoires en calculant la différence entre la masse totale finale et la masse totale initiale de chaque pièce. Consigner la perte de masse de chaque pièce dans le fichier sur les mesures de masse en suivant les instructions définies dans le tableau A4/13 ;

j) Calculer la perte de masse totale du frein soumis à l'essai en additionnant les valeurs des différentes pièces calculées à l'alinéa i) du présent paragraphe. Consigner la perte de masse totale en suivant les instructions définies dans le tableau A4/13 ;

k) Calculer le coefficient d'émission moyen de la perte de masse en divisant la perte de masse totale calculée à l'alinéa j) du présent paragraphe par la distance totale parcourue au cours des phases de rodage et de mesure des émissions de freinage (6 cycles de freinage WLTP). Consigner le coefficient d'émission de la perte de masse moyenne en suivant les instructions définies dans le tableau A4/13.

13. Résultats de l'essai

Dans la présente section sont décrits les quatre principaux résultats d'un essai de mesure des émissions de freinage, à savoir le fichier du procès-verbal d'essai, qui est le principal rapport sur l'essai d'émissions, et les fichiers qui contiennent les données détaillées à l'appui de ce rapport (fichier de données de manœuvre, ficher de données temporelles et fichier sur les mesures de masse). Ces résultats sont résumés ci-après :

a) Fichier de données de manœuvre de l'essai. Une description détaillée de ce fichier et des paramètres à y consigner figure au paragraphe 13.1 ;

b) Fichier de données temporelles. Une description détaillée de ce fichier et des paramètres à y consigner figure au paragraphe 13.2 ;

c) Fichier sur les mesures de masse. Une description détaillée de ce fichier et des paramètres à y consigner figure au paragraphe 13.3 ;

d) Fichier du procès-verbal d'essai. Une description détaillée de ce fichier et des paramètres à y consigner figure au paragraphe 13.4.

Les laboratoires doivent consigner les mesures initiales, notamment les informations pertinentes relatives à la stabilisation entre les essais, afin de pouvoir prouver la cohérence et recalculer les résultats des essais à la demande de l'autorité compétente.

13.1 Fichier de données de manœuvre de l'essai (EBF)

Le laboratoire doit établir un fichier au ODS de données de manœuvre relatives à l'essai de mesure des émissions de freinage. Ce fichier, qui doit être intitulé «Identifiant essai_EBF», doit contenir des données relatives à chaque décélération de freinage pendant toute la durée de l'essai. Son format est indépendant de la technologie et du logiciel de contrôle. Les données de chaque phase de l'essai de mesure des émissions de freinage doivent être consignées dans un onglet distinct, comme suit :

a) L'onglet 1, intitulé «Refroidissement», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de réglage du refroidissement. Si le trajet n° 10 est effectué plusieurs fois, seules les données correspondant au trajet validé doivent être consignées dans cet onglet. L'onglet 1 doit être composé de 114 lignes de données correspondant aux 114 manœuvres de freinage du trajet n° 10 de la phase de réglage du refroidissement. Dans le cas de freins arrière, les données relatives à la phase de refroidissement du frein avant correspondant doivent être consignées ;

b) Les onglets 2 à 6, intitulés «Rodage 1 à 5», doivent contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de rodage. Chaque onglet doit correspondre à un cycle de freinage WLTP et être composé de 303 lignes de données correspondant aux 303 manœuvres de freinage dudit cycle pour chaque phase de rodage. Les onglets 2 à 6 ne doivent pas inclure les données relatives aux périodes de stabilisation thermique observées entre les 5 cycles de freinage WLTP ;

c) L'onglet 7, intitulé «Émissions», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de mesure des émissions de freinage. Il ne doit pas inclure les données relatives aux périodes de stabilisation thermique observées entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP. Il doit être composé de 303 lignes de données correspondant aux 303 manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.

Le laboratoire doit mesurer et/ou calculer en continu et automatiquement les paramètres énumérés dans le tableau A4/9. Toutes les données du fichier de données de manœuvre doivent être calculées à partir des données brutes obtenues. On trouvera également des précisions concernant l'unité, le nombre de décimales et la fréquence d'acquisition correspondants dans le tableau A4/9. Au sens du présent Règlement, la fréquence d'acquisition est la fréquence à laquelle le système d'automatisation mesure et consigne les différents paramètres. En cas de non-respect des conditions définies dans le présent paragraphe concernant la soumission du fichier de données de manœuvre, l'essai n'est pas valable.

Quelle que soit la fréquence d'acquisition, dans le fichier de données de manœuvre de l'essai, les paramètres doivent être consignés pour chaque décélération de freinage. Toutes les évaluations destinées à être utilisées dans le fichier de données de manœuvre, à l'exception du calcul du travail de frottement (voir alinéa h) du paragraphe 9.4.3) doivent s'appuyer sur la décélération de freinage réelle.

On doit déterminer l'heure de début réelle et l'heure de fin réelle de la décélération sur la base du couple de freinage réel élevé. La manœuvre de freinage réelle commence dès que le couple de freinage réel dépasse 15 % du couple de freinage nominal et s'achève dès qu'il retombe sous 15 %.

Le couple de freinage nominal peut être calculé au moyen de l'équation 13.1.

$$\tau_{brake,nom,n} = WL_t \cdot \frac{r_{R,b}}{1000} \cdot \frac{V_{set,start,n} - V_{set,end,n}}{3.6 \cdot (t_{end,nom,n} - t_{start,nom,n})} \qquad \text{Éq. 13.1}$$

Où :

$\tau_{brake,nom,n}$ est le couple de freinage nominal de la manoeuvre de freinage n, en Nm ;

WL_t est la charge d'essai (ou appliquée) de la roue, en kg ;

$r_{R,b}$ est le rayon de roulement dynamique du pneumatique au frein b, en mm ;

$V_{set,start,n}$ est la vitesse linéaire nominale au début de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle de freinage WLTP, en km/h ;

$V_{set,end,n}$ est la vitesse linéaire nominale à la fin de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle de freinage WLTP, en km/h ;

$t_{start,nom,n}$ est l'heure de début nominale de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle analysé, en s ;

$t_{end,nom,n}$ est l'heure de fin nominale de la n^{ème} manœuvre de freinage du cycle analysé, en s.

La valeur de $\tau_{brake,nom,n}$ doit être indiquée dans le fichier des données de manœuvre, comme indiqué au tableau 13.1, à la ligne correspondante.

Certains des paramètres indiqués dans le fichier de données de manœuvre de l'essai sont définis par l'heure de début et l'heure de fin de la manœuvre de freinage réelle, qui représentent leurs valeurs instantanées à ces moments (c'est-à-dire l'heure de l'arrêt, la durée de l'arrêt, la température initiale du frein, la température finale du frein). On calculera la valeur moyenne des autres paramètres (fondée sur la distance ou le temps) pendant la manœuvre de freinage afin de consigner une valeur unique pour chaque paramètre. Ce calcul doit se faire sur la base de données obtenues à une fréquence d'acquisition de 250 Hz entre le début et la fin effectifs de la manœuvre de freinage.

Tableau A4/9

Paramètres à mesurer et à consigner dans le fichier de données de manœuvre de l'essai de mesure des émissions de freinage

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Phase de l'essai	-	-	s.o.	Code d'identification à trois chiffres «ABC» pour chaque manœuvre de décélération. «A» représente le numéro de série du cycle dans un essai de mesure des émissions de freinage donné (A = 1 pour le réglage du refroidissement, A = 2-6 pour le rodage, A = 7 pour la mesure des émissions). «BC» représente le numéro de série du trajet (B = 01-10). Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	A
Numéro de l'arrêt sur le trajet	-	-	s.o.	Numéro de série de la manœuvre de décélération lors du trajet individuel (de 1 à 114). Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	B
Numéro de l'arrêt sur le cycle	-	-	s.o.	Numéro de série de la manœuvre de décélération dans le cycle de freinage WLTP (de 1 à 303). Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	C
Durée de l'arrêt	t_{brake}	s	1	Durée totale de la manœuvre de décélération. Elle est définie par l'heure de début et l'heure de fin de la manœuvre de décélération.	250 Hz	D

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Heure de l'arrêt	-	hh:mm:ss	s.o.	Heure du début de la manœuvre de décélération, enregistrée par le banc dynamométrique.	250 Hz	E
Date de l'arrêt	-	aaaa-mm-jj	s.o.	Date du début de la manœuvre de décélération, enregistrée par le banc dynamométrique. Elle doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	F
Point de consigne de la vitesse de freinage initiale	-	km/h	1	Vitesse linéaire nominale au début de la manœuvre de décélération, telle que définie dans le cycle de freinage WLTP. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	G
Vitesse initiale réelle	-	km/h	2	Vitesse linéaire mesurée au début de la décélération de freinage réelle, telle que définie au paragraphe 3.4.16 du présent Règlement.	250 Hz	H
Point de consigne de la vitesse de relâchement	-	km/h	1	Vitesse linéaire nominale à la fin (relâchement) de la manœuvre de décélération, telle que définie dans le cycle de freinage WLTP. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	I
Vitesse de relâchement réelle	-	km/h	2	Vitesse linéaire mesurée à la fin (relâchement) de la décélération de freinage réelle, telle que définie au paragraphe 3.4.16 du présent Règlement.	250 Hz	J

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Vitesse de rotation	F	tr/min	2	Vitesse de rotation moyenne du frein dans le temps, enregistrée par le banc dynamométrique. La vitesse de rotation, mesurée pendant la manœuvre de freinage à une fréquence de 250 Hz, doit être consignée pour chaque manœuvre de freinage en tant que moyenne dans le temps, calculée entre l'heure de début et l'heure de fin effectives de la décélération.	250 Hz	K
Point de consigne du taux de décélération	-	m/s^2	3	Taux de décélération nominal de la manœuvre, tel que défini dans le cycle de freinage WLTP. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être automatiquement consignée pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	L
Taux de décélération calculé	-	m/s^2	4	Taux de décélération de la manœuvre de freinage donnée, calculé à partir des paramètres des colonnes D, H et J.	s.o.	M
Couple de freinage – moyenne en fonction de la distance	-	Nm	2	Couple de freinage moyen en fonction de la distance, enregistré par le banc dynamométrique. Le couple de freinage, mesuré pendant la manœuvre de freinage à une fréquence de 250 Hz, doit être consigné pour chaque manœuvre de freinage en tant que moyenne en fonction de la distance, calculée entre l'heure de début et l'heure de fin effectives de la décélération.	250 Hz	N
Pression de freinage – moyenne en fonction de la distance	-	kPa	2	Pression de freinage moyenne en fonction de la distance, enregistrée par le banc dynamométrique. La pression de freinage, mesurée pendant la manœuvre de freinage à une fréquence de 250 Hz, doit être consignée pour chaque manœuvre de freinage en tant que moyenne en fonction de la distance, calculée entre l'heure de début et l'heure de fin effectives de la décélération.	250 Hz	O

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Efficacité du freinage	μ ou C*	-	3	Coefficient de frottement moyen en fonction de la distance, établi sur la base du couple de freinage, du rayon effectif du frein et de la surface du piston. Le coefficient de frottement, déduit de ces paramètres, doit être consigné pour chaque manœuvre de freinage en tant que moyenne en fonction de la distance, calculée entre l'heure de début et l'heure de fin effectives de la décélération.	s.o.	P
Température initiale du frein	IBT	°C	2	Température du frein au début de la manœuvre de décélération, mesurée conformément au paragraphe 3.4.22 du présent Règlement.	250 Hz	Q
Température finale du frein	FBT	°C	2	Température du frein à la fin de la manœuvre de décélération, mesurée conformément au paragraphe 3.4.23 du présent Règlement.	250 Hz	R
Température maximale du frein	PBT	°C	2	Température maximale du frein lors de la manœuvre de décélération, mesurée conformément au paragraphe 8.3 du présent Règlement.	250 Hz	S
Travail de frottement spécifique	$w_{f,n}$	J/kg	1	Travail de frottement spécifique de la décélération de freinage considérée, calculé conformément à l'alinéa h) du paragraphe 9.4.3.	s.o.	T
Couple de freinage nominal	$\tau_{brake,nom,n}$	Nm	2	Couple de freinage nominale de la décélération de freinage calculé au moyen de l'équation 13.1.	1 Hz	U
Taux de décélération – moyenne en fonction de la distance	-	m/s^2	4	Taux de décélération moyen en fonction de la distance calculé pour chaque manœuvre de freinage.	s.o.	V

13.2 Fichier de données temporelles (TBF)

Le laboratoire doit établir un fichier ODS de données temporelles relatives à l'essai de mesure des émissions de freinage. Ce fichier, qui doit être intitulé «Identifiant essai_TBF», doit contenir des informations sur certains paramètres mesurés tout au long de l'essai. Les données de chaque phase de l'essai de mesure des émissions de freinage doivent être consignées dans un onglet distinct, comme suit :

a) L'onglet 1, intitulé «Concentration ambiante préalable», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues au cours de la procédure de vérification de la concentration ambiante préalable à l'essai. Le modèle est le même que pour les autres phases de l'essai de mesure des émissions de freinage, mais le laboratoire peut ne consigner que les paramètres nécessaires au calcul des émissions ambiantes, comme indiqué au paragraphe 7.2.2 ;

b) L'onglet 2, intitulé «Refroidissement», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de réglage du refroidissement. Si le trajet n° 10 est effectué plusieurs fois, seules les données correspondant au trajet validé doivent être consignées dans cet onglet. L'onglet 2 doit être composé de 5 272 lignes de données correspondant à la durée, en secondes, du trajet n° 10 de la phase de réglage du refroidissement. Dans le cas de freins arrière, les données relatives à la phase de refroidissement du frein avant correspondant doivent être consignées ;

c) Les onglets 3 à 7, intitulés «Rodage 1-5», doivent contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de rodage. Les onglets 3 à 7 ne doivent pas inclure les données relatives aux périodes de stabilisation thermique observées entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP. Chaque onglet doit être composé de 15 826 lignes de données correspondant à la durée, en secondes, du cycle de freinage WLTP. Les onglets 3 à 7 ne doivent pas inclure les données relatives aux périodes de stabilisation thermique observées entre les cinq cycles de freinage WLTP ;

d) L'onglet 8, intitulé «Émissions», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, obtenues pendant la phase de mesure des émissions de freinage. L'onglet 8 ne doit pas inclure les données relatives aux périodes de stabilisation thermique observées entre les différents trajets du cycle de freinage WLTP. Il doit être composé de 15 826 lignes de données correspondant à la durée, en secondes, du cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions (15 826) ;

e) L'onglet 9, intitulé «Concentration ambiante consécutive», doit contenir les données relatives aux paramètres spécifiés dans le présent paragraphe, consignées au cours de la procédure de vérification de la concentration ambiante consécutive à l'essai. Le modèle est le même que pour les autres phases de l'essai de mesure des émissions de freinage, mais le laboratoire est prié de ne consigner que les paramètres nécessaires au calcul des émissions ambiantes, comme indiqué au paragraphe 7.2.2.

Le laboratoire doit mesurer et/ou calculer en continu et automatiquement les paramètres énumérés dans le tableau A4/10 Toutes les données du fichier de données temporelles doivent être calculées à partir des données brutes obtenues. On trouvera également des précisions concernant l'unité, le nombre de décimales et la fréquence d'acquisition correspondants dans le tableau A4/10. Au sens du présent Règlement, la fréquence d'acquisition est la fréquence à laquelle le système d'automatisation mesure et consigne les différents paramètres. En cas de non-respect des conditions définies dans le présent paragraphe concernant la soumission du fichier de données temporelles, l'essai n'est pas valable.

Quelle que soit la fréquence d'acquisition, dans le fichier de données temporelles, les paramètres doivent être consignés pour une fréquence de 1 Hz. Par conséquent, on détermine la moyenne des valeurs collectées, que l'on ramène à une fréquence de 1 Hz. Le tableau A4/10 présente une brève description de chaque paramètre et le symbole correspondant utilisé dans l'ensemble du texte.

Tableau A4/10

Paramètres à mesurer et à consigner dans le fichier de données temporelles de mesure des émissions de freinage

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Heure système	–	s	0	Référence temporelle pendant l'essai de mesure des émissions de freinage.	10 Hz	A
Vitesse linéaire nominale	V_{set}	km/h	1	Vitesse linéaire nominale au moment considéré, telle que définie dans le cycle de freinage WLTP. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être consignée pour une fréquence de 1 Hz.	s.o.	B

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Vitesse linéaire réelle	V	km/h	2	Vitesse linéaire réelle enregistrée par le banc dynamométrique au moment considéré.	10 Hz	C
Distance parcourue	d	km	3	Distance totale parcourue pendant le cycle jusqu'au moment considéré.	10 Hz	D
Taux de décélération	α	m/s^2	3	Taux de décélération enregistré par le banc dynamométrique au moment considéré.	10 Hz	E
Couple de freinage	τ_{brake}	N·m	1	Couple de freinage enregistré par le banc dynamométrique au moment considéré.	10 Hz	F
Pression de freinage	p_{brake}	kPa	1	Pression de freinage enregistrée par le banc dynamométrique au moment considéré.	10 Hz	G
Efficacité du freinage	μ ou C*	-	3	Coefficient de frottement instantané calculé au moment considéré.	10 Hz	H
Température du frein	T_{brake}	°C	1	Température du frein au moment considéré.	10 Hz	I
Débit d'air de refroidissement de consigne	Q_{set}	m^3/h	0	Débit d'air de refroidissement de consigne (nominal) pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être consignée pour une fréquence de 1 Hz.	s.o.	J
Débit d'air de refroidissement réel	Q	m^3/h	2	Débit d'air de refroidissement mesuré au moment considéré.	10 Hz	K
Débit d'air de refroidissement réel normalisé	NQ	Nm^3/h	2	Débit d'air de refroidissement dans des conditions normales au moment considéré.	10 Hz	L
Température de l'air de refroidissement	T	°C	1	Température de l'air de refroidissement au moment considéré.	10 Hz	M
Humidité relative de l'air de refroidissement	RH	%	1	Humidité relative de l'air de refroidissement au moment considéré.	10 Hz	N

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Humidité spécifique de l'air de refroidissement	SH	mg/g	1	Humidité spécifique de l'air de refroidissement au moment considéré.	10 Hz	O
Pression de l'air de refroidissement	P	kPa	1	Pression de l'air de refroidissement au moment considéré.	10 Hz	P
Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ de consigne	$Q_{PM2,5\text{-set}}$	l/min	1	Débit de consigne (nominal) de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être consignée pour une fréquence de 1 Hz.	s.o.	Q
Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ réel	$Q_{PM2,5}$	l/min	2	Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$, mesuré au moment considéré.	10 Hz	R
Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ réel normalisé	$NQ_{PM2,5}$	Nl/min	2	Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ dans des conditions normales au moment considéré.	10 Hz	S
Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} de consigne	$Q_{PM10\text{-set}}$	l/min	1	Débit de consigne (nominal) de prélèvement d'échantillons de PM_{10} pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être consignée pour une fréquence de 1 Hz.	s.o.	T
Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} réel	Q_{PM10}	l/min	2	Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10}, mesuré au moment considéré.	10 Hz	U
Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} réel normalisé	NQ_{PM10}	Nl/min	2	Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} dans des conditions normales au moment considéré.	10 Hz	V
Réservé						W
Réservé						X
Réservé						Y
Réservé						Z
Débit de prélèvement pour la mesure du SPN10	$Q_{SPN10\text{-set}}$	l/min	1	Débit de prélèvement (nominal) pour la mesure de SPN10 de l'essai d'émissions de freinage donné. Il ne s'agit pas d'une mesure, mais d'une valeur qui doit être pour une fréquence de 1 Hz.	s.o.	AA

Mesurande	Symbole	Unité/Format	Décimales	Description	Fréquence d'acquisition	Colonne dans le fichier
Débit de prélèvement réel normalisé pour la mesure du SPN10	NQ_{SPN10}	Nl/min	2	Débit de prélèvement pour la mesure du SPN10, mesuré au moment considéré et consigné pour des conditions normales. Le laboratoire doit préciser si la fréquence d'acquisition réelle est différente de celle nominale.	10 Hz	AB
PCRF moyen pour la mesure du SPN10	$f_{r\text{-}SPN10}$	–	1	Facteur moyen arithmétique de réduction de la concentration de particules pour la mesure du SPN10.	10 Hz	AC
Concentration en SPN10 normalisée, corrigée par le PCRF	$SPN_{10\#}$	#/Ncm³	1	Concentration en SPN10 mesurée par le PNC dans des conditions normales et corrigée par le PCRF au moment considéré.	10 Hz	AD

13.3 Fichier sur les mesures de masse

Le laboratoire doit établir un fichier ODS sur les mesures de masse pour toute la durée de l'essai. Ce fichier, qui doit être intitulé «Identifiant essai_MMF», doit contenir des informations sur la pesée des filtres, comme indiqué au paragraphe 12.1, et des pièces du frein, comme indiqué au paragraphe 12.3. Les données relatives à la masse de matières particulaires doivent être consignées dans un seul onglet, comme indiqué dans le tableau A4/11. Les informations relatives aux filtres de référence doivent figurer dans un autre onglet, comme indiqué dans le tableau A4/12. Enfin, les informations relatives à la perte de masse des pièces du frein doivent être consignées dans un onglet distinct, comme spécifié dans le tableau A4/13.

13.3.1 Données de mesure des émissions de matières particulaires

Le laboratoire doit calculer et consigner les paramètres relatifs à la mesure de la masse des matières particulaires énumérés dans le tableau A4/11, où l'on trouvera également des précisions concernant l'unité et le nombre de décimales ainsi qu'une brève description de chaque paramètre. Les données relatives à la pesée des matières particulaires doivent être consignées dans l'onglet intitulé «Masse matières particulaires» du fichier sur les mesures de masse.

Tableau A4/11

Paramètres relatifs à la procédure de mesure de la masse des matières particulaires à consigner dans le fichier sur les mesures de masse d'un essai de mesure des émissions de freinage

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Identifiant de l'essai	-	s.o.	Code unique permettant au laboratoire d'identifier le frein soumis à l'essai. Ce code doit être identique à celui du tableau A4/14.	A
Matériau filtrant	-	s.o.	Paramètre permettant d'indiquer le type de filtre utilisé pour le prélèvement de matières particulaires, tel que décrit au paragraphe 12.1.3.2.	B

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
$PM_{2,5}$	-	s.o.	Paramètre permettant d'indiquer si les données d'entrée se rapportent au prélèvement et à la mesure des $PM_{2,5}$.	C
PM_{10}	-	s.o.	Paramètre permettant d'indiquer si les données d'entrée se rapportent au prélèvement et à la mesure des PM_{10}.	D
Date de la pesée	aaaa-mm-jj	s.o.	Date de pesée du filtre non chargé de particules.	E
Heure de la pesée	hh:mm	s.o.	Heure de pesée du filtre non chargé de particules.	F
Temps de stabilisation avant la pesée	hh:mm	s.o.	Temps de stabilisation du filtre non chargé de particules avant sa pesée et son utilisation pour le prélèvement, tel que décrit au paragraphe 12.1.4.	G
Temps écoulé entre la pesée et le début de l'essai	hh:mm	s.o.	Temps écoulé entre la pesée du filtre non chargé de particules et le début de l'essai de mesure des émissions, tel que décrit au paragraphe 12.1.4.	H
Filtre non chargé de particules – Masse 1	mg	4	Masse du filtre non chargé de particules mesurée lors de la première pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4.	I
Filtre non chargé de particules – Masse 2	mg	4	Masse du filtre non chargé de particules mesurée lors de la deuxième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4.	J
Filtre non chargé de particules – Masse 3 (s'il y a lieu)	mg	4	Masse du filtre non chargé de particules mesurée lors de la troisième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 (seulement si l'écart entre les deux premières mesures est supérieur à 10 µg).	K
Filtre non chargé de particules – Masse 4 (s'il y a lieu)	mg	4	Masse du filtre non chargé de particules mesurée lors de la quatrième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 (seulement si l'écart entre les deux premières mesures est supérieur à 10 µg).	L
Filtre non chargé de particules – Valeur moyenne corrigée	mg	4	Masse moyenne du filtre non chargé de particules corrigée pour la flottabilité, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 ($Pe_{(Corrected)}$).	M
Température de l'air ambiant	°C	2	Température de la salle de pesée – Indiquer la température moyenne de la chambre au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	N

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Humidité relative de l'air ambiant	%	2	Humidité relative de la salle de pesée – Indiquer l'humidité relative moyenne de la chambre au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	O
Date de la pesée	aaaa-mm-jj	s.o.	Date de pesée du filtre chargé de particules.	P
Heure de la pesée	hh:mm	s.o.	Heure de pesée du filtre chargé de particules.	Q
Temps de stabilisation avant la pesée	hh:mm	s.o.	Temps de stabilisation du filtre chargé de particules après le prélèvement et avant la pesée du filtre, tel que décrit au paragraphe 12.1.4.	R
Temps écoulé entre la fin de l'essai et la pesée	hh:mm	s.o.	Temps écoulé entre la fin des essais de mesure des émissions et la pesée du filtre chargé de particules, telle que décrite au paragraphe 12.1.4.	S
Filtre chargé de particules – Masse 1	mg	4	Masse du filtre chargé de particules mesurée lors de la première pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4.	T
Filtre chargé de particules – Masse 2	mg	4	Masse du filtre chargé de particules mesurée lors de la deuxième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4	U
Filtre chargé de particules – Masse 3 (s'il y a lieu)	mg	4	Masse du filtre chargé de particules mesurée lors de la troisième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 (seulement si l'écart entre les deux premières mesures est supérieur à 10 µg).	V
Filtre chargé de particules – Masse 4 (s'il y a lieu)	mg	4	Masse du filtre chargé de particules mesurée lors de la quatrième pesée, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 (seulement si l'écart entre les deux premières mesures est supérieur à 10 µg).	W
Filtre chargé de particules – Valeur moyenne corrigée	mg	4	Masse moyenne du filtre chargé de particules corrigée pour la flottabilité, telle que décrite au paragraphe 12.1.4 ($Pe_{(Corrected)}$).	X
Température de l'air ambiant	°C	2	Température de la salle de pesée – Indiquer la température moyenne de la chambre au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	Y
Humidité relative de l'air ambiant	%	2	Humidité relative de la salle de pesée – Indiquer l'humidité relative moyenne de la chambre au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	Z

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Charge du filtre	mg	4	$Pe_{(2,5)}$ et $Pe_{(10)}$: différence entre la valeur moyenne corrigée du filtre chargé de particules et celle du filtre non chargé de particules – Soustraire la valeur de la colonne M de celle de la colonne X.	AA

13.3.2 Données relatives aux filtres de référence

Le laboratoire doit consigner les paramètres relatifs aux filtres de référence utilisés pour la mesure de la masse des matières particulaires émises par un frein donné. On trouvera dans le tableau A4/12 des précisions concernant chaque paramètre ainsi que l'unité et le nombre de décimales correspondants. Les données relatives aux filtres de référence doivent être consignées dans l'onglet intitulé «Filtres de référence» du fichier sur les mesures de masse.

Tableau A4/12

Paramètres relatifs aux filtres de référence utilisés pour la mesure de la masse des matières particulaires à consigner dans le fichier sur les mesures de masse d'un essai de mesure des émissions de freinage

Mesurande	Unité	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Identifiant de l'essai	-	s.o.	Code unique permettant au laboratoire d'identifier le frein soumis à l'essai. Ce code doit être identique à celui du tableau A4/14.	A
Matériau filtrant	-	s.o.	Type de filtre utilisé comme référence, tel que décrit au paragraphe 12.1.4 – Ce type doit être le même que celui utilisé dans le cadre de l'essai de mesure des émissions.	B
Date de la pesée	aaaa-mm-jj	s.o.	Date à laquelle le filtre de référence est pesé. Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, indiquer la date de la pesée initiale.	C
Heure de la pesée	hh:mm	s.o.	Heure à laquelle le filtre de référence est pesé. Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, indiquer l'heure de la pesée initiale.	D
Masse du premier filtre de référence	mg	4	Masse corrigée du premier filtre de référence, mesurée dans les 12 h suivant la pesée du filtre de collecte ou au début de la session, telle que définie au paragraphe 12.1.4.	E
Moyenne glissante de la masse du premier filtre de référence	mg	4	Moyenne glissante des masses du premier filtre de référence mesurées depuis que ledit filtre a été placé dans la salle de pesée conformément au paragraphe 12.1.4.	F

Mesurande	Unité	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Masse du deuxième filtre de référence	mg	4	Masse corrigée du deuxième filtre de référence, mesurée dans les 12 h suivant la pesée du filtre de collecte ou au début de la session, telle que définie au paragraphe 12.1.4.	G
Moyenne glissante de la masse du deuxième filtre de référence	mg	4	Moyenne glissante des masses du deuxième filtre de référence mesurées depuis que ledit filtre a été placé dans la salle de pesée conformément au paragraphe 12.1.4.	H
Différence moyenne par rapport à la moyenne glissante	mg	4	Différence moyenne entre les masses des filtres de référence et leur moyenne glissante. Pour la calculer, utiliser les masses consignées dans les colonnes E, F, G et H. Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, cette mesure rend compte de la différence entre la pesée préalable à l'essai et la moyenne glissante, conformément à l'alinéa iii) du paragraphe 12.1.4.	I
Température de l'air ambiant avant la session	°C	2	Température de la salle de pesée – Température moyenne de la chambre au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	J
Humidité relative de l'air ambiant avant la session	%	2	Humidité relative moyenne de la salle de pesée au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée.	K
Date de la pesée de fin de session	aaaa-mm-jj	s.o.	Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, date de la pesée finale du filtre de référence. S'ils sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	L
Heure de la pesée de fin de session	hh:mm	s.o.	Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, heure de la pesée finale du filtre de référence. S'ils sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	M
Masse du premier filtre de référence à la fin de la session	mg	4	Masse corrigée du premier filtre de référence, mesurée à la fin de la session, telle que définie au paragraphe 12.1.4. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	N

Mesurande	Unité	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Masse du deuxième filtre de référence à la fin de la session	mg	4	Masse corrigée du deuxième filtre de référence, mesurée à la fin de la session, telle que définie au paragraphe 12.1.4. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	O
Différence moyenne par rapport à la moyenne glissante à la fin de la session	mg	4	Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, différence moyenne entre les masses desdits filtres et leur moyenne glissante. Pour la calculer, utiliser les masses consignées dans les colonnes O, F, P et H. Cette mesure rend compte de la différence entre la pesée consécutive à l'essai et la moyenne glissante, conformément à l'alinéa iii) du paragraphe 12.1.4. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	P
Différence moyenne entre la pesée initiale et la pesée finale	mg	4	Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, différence moyenne entre la pesée initiale et la pesée finale desdits filtres. Pour la calculer, utiliser les masses consignées dans les colonnes E, N, G et O. Cette mesure rend compte de la différence entre les pesées préalable et consécutive à l'essai, conformément à l'alinéa iv) du paragraphe 12.1.4. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	Q
Température de l'air ambiant à la fin de la session	°C	2	Température de la salle de pesée – Température moyenne de la salle de pesée au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	R
Humidité relative de l'air ambiant à la fin de la session	%	2	Humidité relative de la salle de pesée – Humidité relative moyenne de la salle de pesée au cours de la dernière heure précédant la procédure de pesée. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	S

13.3.3 Données de mesure de la perte de masse

Le laboratoire doit consigner les paramètres relatifs à la perte de masse totale du frein soumis à l'essai dans un onglet distinct, comme spécifié au paragraphe 12.3. On trouvera dans le tableau A4/13 des précisions concernant chaque paramètre ainsi que l'unité et le nombre de décimales correspondants. Les données relatives à la mesure de la perte de masse doivent être consignées dans l'onglet intitulé «Perte masse» du fichier sur les mesures de masse.

Tableau A4/13

Paramètres relatifs à la perte de masse totale du frein à consigner dans le fichier sur les mesures de masse d'un essai de mesure des émissions de freinage

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Identifiant de l'essai	-	s.o.	Code unique permettant au laboratoire d'identifier le frein soumis à l'essai. Ce code doit être identique à celui du tableau A4/14.	A
Frein à disque	-	s.o.	Paramètre permettant d'indiquer si le dispositif de freinage soumis à l'essai se compose d'un disque et d'une paire de plaquettes.	B
Frein à tambour	-	s.o.	Paramètre permettant d'indiquer si le dispositif de freinage soumis à l'essai se compose d'un tambour et d'une paire de mâchoires.	C
Température de l'air ambiant avant la session	°C	2	Température de la salle de pesée – Température moyenne de la salle au cours de l'heure précédant la procédure de pesée.	D
Humidité relative de l'air ambiant avant la session	%	2	Humidité relative moyenne de la salle de pesée – Humidité relative moyenne de la salle au cours de l'heure précédant la procédure de pesée.	E
Masse initiale de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire	g	1	Masse de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire avant le début de la phase de rodage – La mâchoire primaire est la première mâchoire après le cylindre de roue dans le sens de la rotation de la roue.	F
Masse initiale de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire	g	1	Masse de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire avant le début de la phase de rodage – La mâchoire secondaire est la mâchoire située derrière le cylindre de roue dans le sens de la rotation de la roue.	G
Masse initiale du disque ou du tambour	g	1	Masse du disque ou du tambour avant le début de la phase de rodage.	H
Masse finale de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire	g	1	Masse de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire après la fin de la phase de mesure des émissions.	I
Masse finale de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire	g	1	Masse de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire après la fin de la phase de mesure des émissions.	J
Masse finale du disque ou du tambour	g	1	Masse du disque ou du tambour après la fin de la phase de mesure des émissions.	K

Mesurande	Unité/Format	Décimales	Description	Colonne dans le fichier
Perte de masse de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire	g	1	Différence entre les valeurs de la masse de la plaquette intérieure ou de la mâchoire primaire – Soustraire la valeur de la colonne F de celle de la colonne I.	L
Perte de masse de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire	g	1	Différence entre les valeurs de la masse de la plaquette extérieure ou de la mâchoire secondaire – Soustraire la valeur de la colonne G de celle de la colonne J.	M
Perte de masse du disque ou du tambour	g	1	Différence entre les valeurs de la masse du disque ou du tambour – Soustraire la valeur de la colonne H de celle de la colonne K.	N
Perte de masse totale	g	1	Perte de masse totale du dispositif de freinage – Additionner les valeurs des colonnes L, M et N.	O
Distance totale	km	3	Distance totale parcourue durant la phase de rodage et la phase de mesure des émissions.	P
Valeur moyenne de la perte de masse	mg/km	2	Perte de masse moyenne du dispositif de freinage – Diviser la valeur de la colonne O par celle de la colonne Q.	Q

13.4 Fichier du procès-verbal d'essai

Le laboratoire doit créer un ensemble de données unique, complet et traçable qui servira de fichier d'entrée aux fins de l'établissement du procès-verbal d'essai pour le frein soumis à l'essai. Le tableau A4/14 répertorie toutes les informations devant figurer dans le procès-verbal d'essai. Toutes les données du fichier de procès-verbal de l'essai doivent être calculées directement à partir des données brutes obtenues. Les données numériques doivent être consignées telles quelles et non sous la forme d'inégalités. Ces informations doivent correspondre au frein considéré. Le laboratoire doit soumettre le procès-verbal d'essai au format PDF ou sous un format équivalent. Chaque chiffre (1, 2, 3, etc.) visé dans la première colonne («Numéro») du tableau A4/14 correspond à une ligne du procès-verbal ; les lettres (a, b, c, etc.) correspondent à des colonnes distinctes dans la ligne correspondante.

Tableau A4/14

Paramètres d'essai à consigner à la suite d'un essai de mesure des émissions de freinage

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
1	8.1	Identifiant de l'essai de mesure des émissions de freinage	Code unique attribué par le laboratoire à l'essai de mesure des émissions du frein considéré – cette valeur est utilisée dans tous les fichiers de sortie.	-	s.o.
2	8.1	Marque et modèle du véhicule	Indiquer la marque et le modèle du véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté.	-	s.o.
3	3.7	Type d'électrification du véhicule	Indiquer le type d'électrification du véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté.	-	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
4	5.2	Coefficient correspondant à la part du freinage à friction	Indiquer le coefficient correspondant à la part du freinage à friction du véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté.	-	3
5	8.1	Essieu (avant ou arrière)	Indiquer la position, dans le véhicule, de l'essieu sur lequel le frein soumis à l'essai est monté (avant, FA, ou arrière, RA).	-	s.o.
6	8.1	Orientation du frein (position de montage sur le véhicule)	Indiquer l'emplacement du frein soumis à l'essai sur le véhicule (à droite ou à gauche (RHC ou LHC)).	-	s.o.
7	8.1	Masse d'essai du véhicule	Indiquer la masse du véhicule simulée sur le banc dynamométrique pendant toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage (M_{veh}). Dans le cas d'un freinage sans friction, indiquer la masse M_{veh} du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage telle qu'elle a été appliquée pendant l'essai de mesure des émissions de freinage.	kg	0
8	8.1	Répartition de la force de freinage	Indiquer le rapport entre la force de freinage de l'essieu sur lequel le frein soumis à l'essai est monté et la force de freinage totale sur le véhicule (FAF ou RAF). Dans le cas d'un freinage sans friction, indiquer la répartition de la force de freinage du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage telle qu'appliquée pendant l'essai de mesure des émissions de freinage.	%	0
9	8.4.1	Modèle de support	Indiquer le modèle de support du dispositif de freinage (L0-U ou L0-P).	-	s.o.
10	8.1	Code d'identification du disque ou du tambour	Indiquer le code apposé par le fabricant du frein sur le disque ou le tambour.	-	s.o.
11	8.1	Code d'identification du matériau de friction	Indiquer le code apposé par le fabricant du matériau de friction sur les plaquettes ou mâchoires de frein.	-	s.o.
12	8.1	Charge nominale de la roue	Calculer la charge nominale de la roue au niveau du frein soumis à l'essai ($WL_{n\text{-}f}$ ou $WL_{n\text{-}r}$) au moyen de l'équation 8.1 et consigner le résultat. Dans le cas d'un freinage sans friction, utiliser les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage pour calculer la charge nominale de la roue et consigner le résultat.	kg	1
13	8.1	Charge d'essai de la roue (ou charge appliquée à la roue)	Calculer la charge d'essai de la roue appliquée sur le banc dynamométrique ($WL_{t\text{-}f}$ ou $WL_{t\text{-}r}$) au moyen de l'équation 8.2 et consigner le résultat. Dans le cas d'un freinage sans friction, utiliser les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage pour calculer la charge d'essai de la roue et consigner le résultat.	kg	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
14	8.1	Rayon de roulement dynamique du pneumatique	Indiquer le rayon de roulement dynamique du pneumatique par rapport au frein soumis à l'essai (r_R).	mm	0
15	8.1	Rayon effectif du frein	Indiquer le rayon effectif du frein soumis à l'essai (r_{eff}).	mm	1
16	8.1	Inertie nominale du frein	Calculer le moment d'inertie nominal du frein soumis à l'essai (I_n) au moyen de l'équation 8.3 et consigner le résultat. Dans le cas d'un freinage sans friction, utiliser les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage pour calculer le moment d'inertie nominal et consigner le résultat.	$kg \cdot m^2$	1
17	8.1	Inertie d'essai du frein (ou inertie appliquée au frein)	Calculer le moment d'inertie appliqué au banc dynamométrique pendant l'essai (I_t) au moyen de l'équation 8.4 et consigner le résultat. Dans le cas d'un freinage sans friction, utiliser les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage pour calculer le moment d'inertie appliqué au banc dynamométrique pendant l'essai et consigner le résultat.	$kg \cdot m^2$	1
18	8.1	Diamètre extérieur du disque ou tambour	Indiquer le diamètre extérieur du disque ou tambour du frein soumis à l'essai.	mm	1
19	8.1	Masse du disque	Indiquer la masse réelle du disque non utilisé pour affecter le frein à un groupe fondé sur le rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque.	kg	4
20	8.1	Nombre de pistons par côté	Indiquer le nombre de pistons sur un côté de l'étrier de frein.	-	0
21	8.1	Diamètre moyen (ou hydraulique) du piston	Indiquer le diamètre du piston du frein soumis à l'essai, obtenu au moyen de l'équation 8.5.	mm	2
22	8.1	Couple de serrage du boulon de l'étrier sur le support	Couple de serrage des boulons de l'étrier, s'il est spécifié par le fabricant du frein.	N·m	1
23	8.1	Couple de serrage du boulon du disque ou du tambour sur le moyeu	Couple de serrage des boulons du disque ou du tambour, s'il est spécifié par le fabricant du frein.	N·m	1
24	8.1	Efficacité de l'étrier de frein ou du tambour de frein	Indiquer l'efficacité permettant de tenir compte des pertes par frottement, de la course du piston, etc.	%	0
25	8.1	Pression seuil	Indiquer la pression minimale permettant de surmonter la résistance interne avant l'obtention du couple de freinage, telle que définie au paragraphe 3.1.19 du présent Règlement.	kPa	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
26	8.1	Valeur réelle du voile ou de l'excentricité de la piste	Indiquer la valeur mesurée du voile ou de l'excentricité de la piste conformément à l'alinéa g) du paragraphe 8.2.	µm	0
27	7.2	Débit minimal de fonctionnement du système	Indiquer le débit d'air de refroidissement minimal que la configuration du laboratoire peut permettre d'atteindre tout en satisfaisant à toutes les prescriptions pertinentes en matière de conditionnement et de mesure de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	m^3/h	0
28	7.2	Débit maximal de fonctionnement du système	Indiquer le débit d'air de refroidissement maximal que la configuration du laboratoire peut permettre d'atteindre tout en satisfaisant à toutes les prescriptions pertinentes en matière de conditionnement et de mesure de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	m^3/h	0
29	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner la température moyenne de l'air de refroidissement mesurée pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le trajet n° 10.	°C	2
30	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de rodage	Calculer et consigner la température moyenne de l'air de refroidissement mesurée lors de la phase de rodage. Consigner séparément la température moyenne de l'air de refroidissement pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer les moyennes sur les cinq cycles de freinage WLTP.	°C	2
a	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 1	°C	2
b	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 2	°C	2
c	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 3	°C	2
d	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 4	°C	2
e	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 5	°C	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
31	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner la température moyenne de l'air de refroidissement mesurée lors de la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (fréquence : 1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le cycle de freinage WLTP.	°C	2
32	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai sont conformes aux spécifications relatives à la température moyenne de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
33	7.2.1.1	Non-conformités de la température instantanée de l'air pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le pourcentage de relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés et leur pourcentage lors du trajet n° 10.	%	1
34	7.2.1.1	Non-conformités de la température instantanée de l'air pendant la phase de rodage	Calculer et consigner le pourcentage des relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C pendant la phase de rodage. Consigner séparément le pourcentage pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés et leur pourcentage pendant les cinq cycles de freinage WLTP.	%	1
a	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 1	%	1
b	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 2	%	1
c	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 3	%	1
d	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 4	%	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
e	7.2.1.1	Température moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 5	%	1
35	7.2.1.1	Non-conformités de la température instantanée de l'air pendant la phase de mesure des émissions de freinage	Calculer et consigner le pourcentage des relevés de la température instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 18 °C ou supérieure à 28 °C pendant la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Température de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés et leur pourcentage pendant le cycle de freinage WLTP.	%	1
36	7.2.1.1	Température instantanée de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai sont conformes aux spécifications relatives à la température instantanée de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
37	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner l'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement mesurée pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le trajet n° 10.	%	2
38	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de rodage	Calculer et consigner l'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement mesurée pendant la phase de rodage. Consigner séparément l'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer les moyennes sur les cinq cycles de freinage WLTP.	%	2
a	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 1	%	2
b	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 2	%	2
c	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 3	%	2
d	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 4	%	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
e	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 5	%	2
39	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner l'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement mesurée lors de la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le cycle de freinage WLTP.	%	2
40	7.2.1.2	Humidité relative moyenne de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai sont conformes aux spécifications relatives à l'humidité relative moyenne de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
41	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le pourcentage des relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés et leur pourcentage sur le trajet n° 10.	%	1
42	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air pendant la phase de rodage	Calculer et consigner le pourcentage des relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % pendant la phase de rodage. Consigner séparément le pourcentage pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés et leur pourcentage sur les cinq cycles de freinage WLTP.	%	1
a	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air	Phase de rodage 1	%	1
b	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air	Phase de rodage 2	%	1
c	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air	Phase de rodage 3	%	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
d	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air	Phase de rodage 4	%	1
e	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air	Phase de rodage 5	%	1
43	7.2.1.2	Non-conformités de l'humidité relative instantanée de l'air pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner le pourcentage des relevés de l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement (1 Hz) dont la valeur est inférieure à 20 % ou supérieure à 80 % pendant la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Humidité relative de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le cycle de freinage WLTP.	%	1
44	7.2.1.2	Humidité relative instantanée de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai sont conformes aux spécifications relatives à l'humidité relative instantanée de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
45	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner l'humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement mesurée pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Humidité spécifique de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le trajet n° 10.	mg H_2O/g air sec	2
46	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de rodage	Calculer et consigner l'humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement mesurée pendant la phase de rodage. Consigner séparément l'humidité absolue moyenne de l'air de refroidissement pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Humidité spécifique de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer les moyennes sur les cinq cycles de freinage WLTP.	mg H_2O/g air sec	2
a	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 1	mg H_2O/g air sec	2
b	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 2	mg H_2O/g air sec	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
c	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 3	mg H_2O/g air sec	2
d	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 4	mg H_2O/g air sec	2
e	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement	Phase de rodage 5	mg H_2O/g air sec	2
47	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner l'humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement mesurée lors de la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Humidité spécifique de l'air de refroidissement» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le cycle de freinage WLTP.	mg H_2O/g air sec	2
48	7.2.1.2	Humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai sont conformes aux spécifications relatives à l'humidité spécifique moyenne de l'air de refroidissement définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
49	7.2.2.1	Filtration de l'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que l'air de refroidissement entrant dans le système est conforme aux spécifications de filtration définies dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
50		Réservé			
51	7.2.2.2.1	Vérification de la concentration ambiante en SPN10 dans le système, au débit d'air minimal de fonctionnement	Indiquer la concentration ambiante en SPN10 de l'installation, mesurée au débit d'air minimal de fonctionnement.	#/Ncm^3	1
52		Réservé			
53	7.2.2.2.1	Vérification de la concentration ambiante en SPN10 dans le système, au débit d'air maximal de fonctionnement	Indiquer la concentration ambiante en SPN10 de l'installation, mesurée au débit d'air maximal de fonctionnement.	#/Ncm^3	1
54	7.2.2.2.3	Vérification de la concentration ambiante dans le système – Conformité globale	Vérifier que la concentration ambiante en SPN10, mesurée à différents débits d'air, est inférieure à la limite admissible maximale définie à l'alinéa c) du paragraphe 7.2.2.2.3.	Oui/Non	s.o.
55		Réservé			
56	7.2.2.2.2	Vérification de la concentration ambiante en SPN10 au niveau de l'essai – Réglage du PCRF	Indiquer la valeur certifiée du niveau de réglage du PCRF appliqué lors de la vérification de la concentration ambiante en SPN10 préalable à l'essai et de celle consécutive à l'essai.	-	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
57		Réservé			
58	7.2.2.2.2	Concentration ambiante en SPN10 avant l'essai	Calculer et consigner la concentration ambiante en SPN10 à partir de la mesure effectuée lors de la vérification de la concentration ambiante préalable à l'essai ($SPN10_{b\#}$). Utiliser le paramètre «Concentration en SPN10 normalisée, corrigée par le PCRF» (1 Hz) du fichier de données temporelles (concentration ambiante avant l'essai) pour calculer la moyenne sur 5 min, comme décrit à l'alinéa d) du paragraphe 7.2.2.2.2.	#/Ncm³	1
59		Réservé			
60	7.2.2.2.2	Concentration ambiante en SPN10 après l'essai	Calculer et consigner la concentration ambiante en SPN10 à partir de la mesure effectuée lors de la vérification de la concentration ambiante consécutive à l'essai ($SPN10_{b\#}$). Utiliser le paramètre «Concentration en SPN10 normalisée, corrigée par le PCRF» (1 Hz) du fichier de données temporelles (concentration ambiante après l'essai) pour calculer la moyenne sur 5 min, comme décrit à l'alinéa h) du paragraphe 7.2.2.2.2.	#/Ncm³	1
61	7.2.2.2.3	Vérification de la concentration ambiante au niveau de l'essai – Conformité globale	Vérifier que la concentration ambiante en SPN10, mesurée au niveau de réglage du débit d'air défini pour le frein soumis à l'essai, est inférieure à la limite admissible maximale définie à l'alinéa c) du paragraphe 7.2.2.2.3.	Oui/Non	s.o.
62		Réservé			
63	7.2.2.2.4	SPN10 dans l'air ambiant par unité de distance parcourue avant l'essai	Calculer le SPN10 dans l'air ambiant à partir de la mesure effectuée lors de la vérification de la concentration ambiante avant l'essai, en nombre de particules par unité de distance parcourue, au moyen de l'équation 7.2 et consigner le résultat.	#/km	1
64		Réservé			
65	7.2.2.2.4	SPN10 dans l'air ambiant par unité de distance parcourue après l'essai	Calculer le SPN10 dans l'air ambiant à partir de la mesure effectuée lors de la vérification de la concentration ambiante après l'essai, en nombre de particules par unité de distance parcourue, au moyen de l'équation 7.2 et consigner le résultat.	#/km	1
66	7.2.3	Débitmètre – Conformité globale	Vérifier que le débitmètre satisfait à toutes les prescriptions définies aux alinéas a) à h) du paragraphe 7.2.3.	Oui/Non	s.o.
67	7.2.3	Valeur nominale (ou de consigne) du débit d'air de refroidissement	Indiquer le débit d'air de refroidissement nominal (ou de consigne) pour le frein soumis à l'essai (Q_{set}).	m³/h	0

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
68	7.2.3	Valeur nominale (ou de consigne) du débit d'air de refroidissement	Vérifier que le même débit d'air de refroidissement nominal a été appliqué à toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
69	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement moyen à partir de la mesure effectuée pendant la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le trajet n° 10. Si la phase de réglage du refroidissement est répétée plusieurs fois, n'indiquer que les données de l'exécution ayant permis de définir la valeur Q_{set}.	m^3/h	2
70	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner la différence, en pourcentage, entre le débit d'air de refroidissement moyen mesuré et le débit d'air de refroidissement nominal pendant la phase de réglage du refroidissement.	%	1
71	7.2.3.	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement normalisé moyen, à partir de la mesure effectuée pendant la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne sur le trajet n° 10. Si la phase de réglage du refroidissement est répétée plusieurs fois, n'indiquer que les données de l'exécution ayant permis de définir la valeur $Q_{set.}$	Nm^3/h	2
72	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de rodage	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement moyen à partir de la mesure effectuée pendant la phase de rodage. Consigner séparément le débit d'air de refroidissement moyen mesuré pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer les moyennes des cinq cycles de freinage WLTP.	m^3/h	2
a	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 1	m^3/h	2
b	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 2	m^3/h	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
c	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 3	m^3/h	2
d	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 4	m^3/h	2
e	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 5	m^3/h	2
73	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal pour la phase de rodage	Calculer et consigner la différence, en pourcentage, entre le débit d'air de refroidissement moyen mesuré et le débit d'air de refroidissement nominal pendant la phase de rodage. Consigner séparément cette différence pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP.	%	1
a	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal	Phase de rodage 1	%	1
b	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal	Phase de rodage 2	%	1
c	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal	Phase de rodage 3	%	1
d	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal	Phase de rodage 4	%	1
e	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal	Phase de rodage 5	%	1
74	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de rodage	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement normalisé moyen à partir de la mesure effectuée pendant la phase de rodage. Consigner séparément le débit d'air de refroidissement normalisé moyen mesuré pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer les moyennes des cinq cycles de freinage WLTP.	Nm^3/h	2
a	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 1	Nm^3/h	2
b	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 2	Nm^3/h	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
c	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 3	Nm^3/h	2
d	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 4	Nm^3/h	2
e	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement	Phase de rodage 5	Nm^3/h	2
75	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement moyen à partir de la mesure effectuée pendant la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des périodes de stabilisation thermique).	m^3/h	2
76	7.2.3	Différence entre le débit d'air de refroidissement mesuré et le débit nominal pour la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner la différence, en pourcentage, entre le débit d'air de refroidissement moyen mesuré et le débit d'air de refroidissement nominal pendant la phase de mesure des émissions.	%	1
77	7.2.3	Valeur normalisée moyenne du débit d'air de refroidissement pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement normalisé moyen à partir de la mesure effectuée pendant la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des périodes de stabilisation thermique).	Nm^3/h	2
78	7.2.3	Valeur moyenne du débit d'air de refroidissement – Conformité globale	Vérifier que toutes les parties de l'essai satisfont aux prescriptions énoncées dans le présent Règlement concernant la différence entre le débit d'air de refroidissement nominal et le débit d'air de refroidissement mesuré moyen.	Oui/Non	s.o.
79	7.2.3	Non-conformités du débit d'air instantané pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le nombre de relevés du débit d'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels l'écart par rapport à la valeur nominale est compris entre 5 % et 10 % pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés lors du trajet n° 10.	-	0

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
80	7.2.3	Non-conformités du débit d'air instantané pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner le nombre de relevés du débit d'air de refroidissement (1 Hz) pour lesquels l'écart par rapport à la valeur nominale est compris entre 5 % et 10 % pendant l'exécution validée de la phase de mesure des émissions. Utiliser le paramètre «Débit d'air de refroidissement réel» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le nombre de ces relevés pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des périodes de stabilisation thermique).	-	0
81	7.2.3	Débit d'air de refroidissement instantané – Conformité globale	Vérifier que le nombre maximal autorisé de relevés du débit d'air de refroidissement instantané (1 Hz) pour lesquels l'écart par rapport à la valeur nominale définie dans le présent Règlement est compris entre 5 % et 10 % est respecté pour les phases de réglage du refroidissement et de mesure des émissions.	Oui/Non	s.o.
82	7.2.3	Débit d'air de refroidissement instantané – Conformité globale	Vérifier que les relevés du débit d'air de refroidissement instantané (1 Hz) ne s'écartent de plus de 10 % de la valeur nominale à aucun moment des phases de réglage du refroidissement et de mesure des émissions.	Oui/Non	s.o.
83	7.2.3	Contrôle d'étanchéité du système – Débit d'air mesuré moyen	Calculer et consigner le débit d'air de refroidissement mesuré moyen pendant le contrôle d'étanchéité.	m^3/h	2
84	7.2.3	Contrôle d'étanchéité du système – Conformité générale	Vérifier que le débit d'air mesuré moyen pendant le contrôle d'étanchéité satisfait aux prescriptions énoncées dans le présent Règlement.	Oui/Non	s.o.
85	7.3	Banc dynamométrique et système d'automatisation – Conformité globale	Vérifier la conformité aux spécifications obligatoires relatives au banc dynamométrique, énoncées aux alinéas a) à e) du paragraphe 7.3.	Oui/Non	s.o.
86	7.3	Banc dynamométrique et système d'automatisation – Conformité globale	Vérifier la conformité aux spécifications obligatoires relatives au système d'automatisation, de contrôle et d'acquisition de données, énoncées aux alinéas f) à h) du paragraphe 7.3.	Oui/Non	s.o.
87	7.4.2	Conception du carter du frein – Nombre de Reynolds à l'entrée du carter	Calculer et consigner le nombre de Reynolds du débit d'air à l'entrée du carter pour le frein soumis à l'essai. Calculer le nombre de Reynolds uniquement pendant la phase de mesure des émissions au moyen de l'équation 7.3.	-	

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
88	7.4.2	Conception du carter du frein – Vérification de l'uniformité de la vitesse au débit d'air minimal de fonctionnement	Vérifier que la vitesse à chaque position du plan C utilisée pour contrôler l'uniformité ne s'écarte pas de plus de 35 % de la moyenne arithmétique de toutes les mesures au débit d'air minimal de fonctionnement de l'installation.	Oui/Non	s.o.
89	7.4.2	Conception du carter du frein – Vérification de l'uniformité de la vitesse au débit d'air maximal de fonctionnement	Vérifier que la vitesse à chaque position du plan C utilisée pour contrôler l'uniformité ne s'écarte pas de plus de 35 % de la moyenne arithmétique de toutes les mesures au débit d'air maximal de fonctionnement de l'installation.	Oui/Non	s.o.
90	7.4.2	Conception du carter du frein – Conformité globale	Vérifier que le carter du frein est conforme à toutes les spécifications définies aux alinéas a) à l) du paragraphe 7.4.2.	Oui/Non	s.o.
91	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Longueur	Indiquer la longueur du plan A1 (I_{A1} – longueur du carter) telle que définie au paragraphe 7.4.3.	mm	1
92	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Hauteur	Indiquer la hauteur du plan D (h_D – hauteur du carter) telle que définie au paragraphe 7.4.3.	mm	1
93	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Profondeur	Indiquer la profondeur axiale maximale du carter au plan D, telle que définie au paragraphe 7.4.3.	mm	1
94	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Diamètres de l'entrée et de la sortie	Indiquer les diamètres de l'entrée et de la sortie (d_i) du frein.	mm	1
95	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Longueur du passage vers la sortie et du passage depuis l'entrée	Indiquer la longueur du passage vers la sortie et du passage depuis l'entrée (l_i).	mm	1
96	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Hauteur du passage vers la sortie et du passage depuis l'entrée	Indiquer la hauteur du passage vers la sortie et du passage depuis l'entrée (h_B).	mm	1
97	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Rapport entre la hauteur de l'entrée et la hauteur du carter	Indiquer le rapport entre la hauteur de l'entrée (h_B) et la hauteur du carter (h_D).	%	1
98	7.4.3	Dimensions du carter du frein – Conformité globale	Vérifier que les dimensions du carter du frein sont conformes à toutes les spécifications définies aux alinéas a) à g) du paragraphe 7.4.3.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
99	7.5	Conception du tunnel de prélèvement – Diamètre intérieur du conduit	Indiquer le diamètre intérieur (d_i) du conduit dans le tunnel de prélèvement.	mm	1
100	7.5	Conception du tunnel de prélèvement – Présence d'un coude	Indiquer si le tunnel de prélèvement est coudé (en aval de la sortie du carter du frein et en amont du plan de prélèvement).	Oui/Non	s.o.
101	7.5	Conception du tunnel de prélèvement – Spécifications du coude (angle)	Si le tunnel de prélèvement est coudé, indiquer l'angle du coude. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	°	0
102	7.5	Conception du tunnel de prélèvement – Spécifications du coude (rayon de courbure)	Si le tunnel de prélèvement est coudé, indiquer le rayon de courbure tel que défini à la figure A4/6. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	#·d_i	1
103	7.5	Conception du tunnel de prélèvement – Conformité globale	Vérifier que le tunnel de prélèvement est conforme à toutes les spécifications définies aux alinéas a) à i) du paragraphe 7.5.	Oui/Non	s.o.
104	7.6	Conception du tunnel de prélèvement – Nombre de sondes	Indiquer le nombre de sondes de prélèvement utilisées pour l'essai de mesure des émissions de freinage.	-	0
105	7.6	Conception du tunnel de prélèvement – Distance entre les sondes	Indiquer la distance minimale entre les sondes (a_1) telle que spécifiée dans la figure A4/7.	mm	1
106	7.6	Conception du tunnel de prélèvement – Distance entre les sondes et les parois du tunnel	Indiquer la distance minimale entre les sondes et les parois du tunnel (a_2) telle que spécifiée dans la figure A4/7.	mm	1
107	7.6	Conception du tunnel de prélèvement – Conformité globale	Vérifier que le plan de prélèvement est conforme à toutes les spécifications relatives à la distance et à l'emplacement, définies aux alinéas a) à g) du paragraphe 7.6.	Oui/Non	s.o.
108	8.3	Mesure de la température du frein – Conformité globale des thermocouples	Vérifier que les thermocouples utilisés satisfont à toutes les prescriptions définies aux alinéas a) à f) du paragraphe 8.3.	Oui/Non	s.o.
109	8.3	Mesure de la température du frein – Mesure de la température du matériau de friction	Indiquer si, outre la température du disque ou du tambour de frein, celle des plaquettes ou des mâchoires de frein a été mesurée.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
110	8.4.1	Dispositif de freinage – Conformité globale	Vérifier que la position de montage et le type de support utilisé pour le dispositif de freinage satisfont aux prescriptions énoncées au paragraphe 8.4.1.	Oui/Non	s.o.
111	8.4.1	Dispositif de freinage – Rotation des freins	Indiquer le sens de rotation du disque ou du tambour de frein (sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse des aiguilles d'une montre) par rapport au sens d'écoulement de l'air.	Sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse des aiguilles d'une montre	s.o.
112	8.4.1	Dispositif de freinage – Rotation des freins	Vérifier que le disque ou le tambour de frein soumis à l'essai tourne dans le sens d'écoulement de l'air.	Oui/Non	s.o.
113	8.4.2	Orientation de l'étrier – Conformité globale	Vérifier que l'orientation de l'étrier du frein soumis à l'essai satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 8.4.2.	Oui/Non	s.o.
114	9.2.1	Température initiale lors de la phase de réglage du refroidissement	Indiquer la température initiale du frein lors de l'exécution validée du réglage du refroidissement. Utiliser la valeur correspondante du paramètre «Température du frein» figurant dans le fichier de données temporelles (température du frein au début du trajet nº 10).	°C	2
115	9.2.2	Température initiale lors de la phase de rodage	Indiquer la température initiale du frein lors de la phase de rodage. Consigner séparément la température initiale du frein pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser les valeurs correspondantes du paramètre «Température du frein» dans le fichier de données temporelles (température de frein au début de chacun des cinq cycles de freinage WLTP).	°C	2
a	9.2.2	Température initiale	Phase de rodage 1	°C	2
b	9.2.2	Température initiale	Phase de rodage 2	°C	2
c	9.2.2	Température initiale	Phase de rodage 3	°C	2
d	9.2.2	Température initiale	Phase de rodage 4	°C	2
e	9.2.2	Température initiale	Phase de rodage 5	°C	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
116	9.2.3	Température initiale lors de la phase de mesure des émissions	Indiquer la température initiale du frein sur les 10 trajets du cycle de freinage WLTP lors de la phase de mesure des émissions, telle que définie au paragraphe 9.2.3. Utiliser les valeurs correspondantes du paramètre «Température du frein» dans le fichier de données temporelles (température du frein au début des trajets n^{os} 1 à 10 du cycle de freinage WLTP).	°C	2
a	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 1 du cycle de freinage WLTP	°C	2
b	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 2 du cycle de freinage WLTP	°C	2
c	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 3 du cycle de freinage WLTP	°C	2
d	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 4 du cycle de freinage WLTP	°C	2
e	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 5 du cycle de freinage WLTP	°C	2
f	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 6 du cycle de freinage WLTP	°C	2
g	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 7 du cycle de freinage WLTP	°C	2
h	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 8 du cycle de freinage WLTP	°C	2
i	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 9 du cycle de freinage WLTP	°C	2
j	9.2.3	Température initiale	Trajet n^{o} 10 du cycle de freinage WLTP	°C	2
117	9.2.1, 9.2.2, 9.2.3	Température initiale – Conformité globale	Vérifier que la température initiale du frein à toutes les phases de l'essai satisfait aux critères définis aux paragraphes 9.2.1, 9.2.2 et 9.2.3.	Oui/Non	s.o.
118	9.3.1, 9.3.2, 9.3.3	Interruptions du cycle de freinage WLTP – Occurrences	Indiquer si une interruption s'est produite pendant une partie quelconque de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
119	9.3.1, 9.3.2, 9.3.3	Interruptions du cycle de freinage WLTP – Conformité globale	En cas d'interruption(s), vérifier que toutes les mesures nécessaires ont été prises pour reprendre les essais conformément aux spécifications définies aux paragraphes 9.3.1 et 9.3.2.	Oui/Non	s.o.
120	9.3.1, 9.3.2, 9.3.3	Interruptions du cycle de freinage WLTP – Conformité globale	Vérifier que le frein soumis à l'essai n'a été démonté à aucun moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
121	9.4.1	Non-conformités de la vitesse pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner le pourcentage de non-conformités de la vitesse pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement. Utiliser les paramètres «Vitesse linéaire réelle» et «Vitesse linéaire nominale» (1 Hz) du fichier de données temporelles. Comparer les deux paramètres (1 Hz) pour calculer le nombre et le pourcentage total de non-conformités de la vitesse sur le trajet nº 10.	%	1
122	9.4.1	Non-conformités de la vitesse pendant la phase de rodage	Calculer et consigner le pourcentage de non-conformités de la vitesse pendant la phase de rodage. Faire le calcul séparément pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Utiliser les paramètres «Vitesse linéaire réelle» et «Vitesse linéaire nominale» (1 Hz) du fichier de données temporelles. Comparer les deux paramètres (1 Hz) pour calculer le nombre et le pourcentage total de non-conformités de la vitesse pour les cinq cycles de freinage WLTP.	%	1
a	9.4.1	Non-conformités de la vitesse	Phase de rodage 1	%	1
b	9.4.1	Non-conformités de la vitesse	Phase de rodage 2	%	1
c	9.4.1	Non-conformités de la vitesse	Phase de rodage 3	%	1
d	9.4.1	Non-conformités de la vitesse	Phase de rodage 4	%	1
e	9.4.1	Non-conformités de la vitesse	Phase de rodage 5	%	1
123	9.4.1	Non-conformités de la vitesse pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner le pourcentage de non-conformités de la vitesse pendant la phase de mesure des émissions. Utiliser les paramètres «Vitesse linéaire réelle» et «Vitesse linéaire nominale» (1 Hz) du fichier de données temporelles. Comparer les deux paramètres (1 Hz) pour calculer le nombre et le pourcentage total de non-conformités de la vitesse pendant le cycle de freinage WLTP.	%	1
124	9.4.1	Non-conformités de la vitesse – Conformité globale	Vérifier que toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage satisfont aux critères de non-conformité de la vitesse définis aux alinéas a) à g) du paragraphe 9.4.1.	Oui/Non	s.o.
125	9.4.2	Nombre de décélérations – Comptage à l'aide de la durée de l'arrêt	Indiquer le nombre de valeurs numériques non nulles du paramètre «Durée de l'arrêt», dans le fichier de données de manœuvre de l'essai, pendant la phase de mesure des émissions.	-	0

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
126	9.4.2	Nombre de décélérations – Comptage à l'aide du taux de décélération	Indiquer le nombre de valeurs numériques non nulles du paramètre «Taux de décélération – distance moyenne», dans le fichier de données de manœuvre de l'essai, pendant la phase de mesure des émissions.	-	0
127	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Travail de frottement spécifique (w_f) pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer la dissipation d'énergie cinétique (w_f) pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement au moyen de l'équation 9.1 et consigner le résultat. Additionner les valeurs du travail de frottement spécifique réel de chaque manœuvre de freinage afin d'obtenir le travail de frottement spécifique total pendant le trajet n° 10 de la phase de réglage du refroidissement.	J/kg	1
128	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner en pourcentage l'écart par rapport à la valeur nominale du travail de frottement pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement.	%	1
129	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f pendant la phase de rodage	Calculer la dissipation d'énergie cinétique (w_f) pendant la phase de rodage au moyen de l'équation 9.1 et consigner le résultat. Consigner séparément la dissipation d'énergie cinétique pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP. Additionner les valeurs du travail de frottement spécifique réel de chaque manœuvre de freinage afin d'obtenir le travail de frottement spécifique total pour chaque cycle de freinage WLTP de la phase de rodage.	J/kg	1
a	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f	Phase de rodage 1	J/kg	1
b	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f	Phase de rodage 2	J/kg	1
c	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f	Phase de rodage 3	J/kg	1
d	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f	Phase de rodage 4	J/kg	1
e	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f	Phase de rodage 5	J/kg	1
130	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale pendant la phase de rodage	Calculer et consigner en pourcentage l'écart par rapport à la valeur nominale du travail de frottement pendant la phase de rodage. Indiquer séparément l'écart par rapport à la valeur nominale pour chacun des cinq cycles de freinage WLTP de la phase de rodage.	%	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
a	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale	Phase de rodage 1	%	1
b	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale	Phase de rodage 2	%	1
c	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale	Phase de rodage 3	%	1
d	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale	Phase de rodage 4	%	1
e	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale	Phase de rodage 5	%	1
131	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – w_f pendant la phase de mesure des émissions	Calculer la dissipation d'énergie cinétique (w_f) pendant la phase de mesure des émissions au moyen de l'équation 9.1 et consigner le résultat. Additionner les valeurs du travail de frottement spécifique réel de chaque manœuvre de freinage afin d'obtenir le travail de frottement spécifique total pendant le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	J/kg	1
132	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Écart par rapport à la valeur nominale pendant la phase de mesure des émissions	Calculer et consigner en pourcentage l'écart par rapport à la valeur nominale du travail de frottement pendant la phase de mesure des émissions.	%	1
133	9.4.3	Dissipation de l'énergie cinétique – Conformité globale	Vérifier que toutes les phases de l'essai de mesure des émissions de freinage satisfont aux critères relatifs à la dissipation de l'énergie cinétique définis aux alinéas a) à j) du paragraphe 9.4.3.	Oui/Non	s.o.
134	9.4.4	Application du couple de freinage – Nombre de non-conformités	Indiquer le nombre de manœuvres de freinage n'ayant pas satisfait à la prescription relative à l'application du couple de freinage énoncée au paragraphe 9.4.4 lors des essais de mesure des émissions.	-	0
135	9.4.4	Application du couple de freinage – Conformité globale	Vérifier que la phase de mesure des émissions de l'essai de mesure des émissions satisfait aux critères d'application du couple de freinage spécifiés au paragraphe 9.4.4.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
136	10.1.1	Rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque ou du tambour ($WL_{n\text{-}f}$/DM)	Calculer et consigner le rapport entre la charge nominale de la roue avant et la masse du disque (ou la masse du tambour dans le cas des freins à tambour avant) ($WL_{n\text{-}f}$/DM) pour le frein soumis à l'essai. Dans le cas d'un freinage sans friction, utiliser les paramètres du véhicule de base de la famille d'émissions de freinage pour calculer ce rapport et consigner le résultat.	-	1
137	10.1.3	Température moyenne du frein pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Valeur mesurée pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner la température moyenne du frein soumis à l'essai pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement (B_1). Utiliser le paramètre «Température du frein» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la température moyenne du frein pendant le trajet n° 10.	°C	2
138	10.1.3	Température moyenne du frein pendant le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Différence par rapport à la valeur cible pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer la différence entre la température moyenne du frein pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement et la température moyenne cible du frein soumis à l'essai (C_1) au moyen de l'équation 10.3 et consigner le résultat.	°C	2
139	10.1.3	Température initiale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Valeur mesurée pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner la température initiale moyenne du frein soumis à l'essai lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement (B_2). Utiliser les données correspondantes du paramètre «Température initiale du frein» pour les manœuvres cibles dans le fichier de données de manœuvre de l'essai pour calculer la température initiale moyenne du frein conformément à l'alinéa b) du paragraphe 10.1.3.	°C	2
140	10.1.3	Température initiale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Différence par rapport à la valeur cible pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer la différence entre la température initiale moyenne du frein soumis à l'essai lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement et la température initiale moyenne cible dudit frein (C_2) au moyen de l'équation 10.4 et consigner le résultat.	°C	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
141	10.1.3	Température finale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Valeur mesurée pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer et consigner la température finale moyenne du frein soumis à l'essai lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement (B_3). Utiliser les données correspondantes du paramètre «Température finale du frein» pour les manœuvres cibles dans le fichier de données de manœuvre de l'essai pour calculer la température finale moyenne du frein conformément à l'alinéa c) du paragraphe 10.1.3.	°C	2
142	10.1.3	Température finale moyenne du frein lors des manœuvres de freinage sélectionnées sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP – Différence par rapport à la valeur cible pendant la phase de réglage du refroidissement	Calculer la différence entre la température finale moyenne du frein soumis à l'essai lors des manœuvres de freinage sélectionnées pendant l'exécution validée de la phase de réglage du refroidissement et la température initiale moyenne cible dudit frein (C_3) au moyen de l'équation 10.5 et consigner le résultat.	°C	2
143	10.1.2, 10.1.3	Définition du débit d'air de refroidissement nominal (de consigne) pour le frein considéré – Conformité globale	Vérifier que les températures correspondantes, dans les paramètres cibles, mesurées pendant la phase de réglage du refroidissement pour le frein soumis à l'essai, sont conformes aux valeurs cibles définies dans le tableau A4/5.	Oui/Non	s.o.
144	11.1, 11.2	Phase de rodage – Nombre de cycles de freinage WLTP complets	Indiquer le nombre de cycles de freinage WLTP complets effectués pendant la phase de rodage.	-	0
145	11.1, 11.2	Phase de rodage – Conformité globale	Vérifier que la phase de rodage a été menée à bien conformément à toutes les spécifications décrites aux alinéas a) à g) du paragraphe 11.1 ou aux alinéas a) à g) du paragraphe 11.2.	Oui/Non	s.o.
146	12.1.1.1	Plan de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que la conception du plan de prélèvement et l'emplacement de la sonde [ou des sondes] de prélèvement [des $PM_{2,5}$ et]des PM_{10} sont conformes aux spécifications décrites aux alinéas a) à c) du paragraphe 12.1.1.1.	Oui/Non	s.o.
147	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$ (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_p) de la sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$ utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
148	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la sonde de prélèvement des PM_{10} (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_p) de la sonde de prélèvement des PM_{10} utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
149	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$ (longueur)	Indiquer la longueur totale de la sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$, entre la pointe de la buse de prélèvement et l'entrée du dispositif de séparation des matières particulaires.	mm	2
150	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la sonde de prélèvement des PM_{10} (longueur)	Indiquer la longueur totale de la sonde de prélèvement des PM_{10}, entre la pointe de la buse de prélèvement et l'entrée du dispositif de séparation des matières particulaires.	mm	2
151	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Présence d'un coude	Indiquer si les sondes de prélèvement [des $PM_{2,5}$ et/ou] des PM_{10} utilisées pour le frein soumis à l'essai sont coudées.	Oui/Non	s.o.
152	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$ coudée (rayon de courbure)	Si la sonde de prélèvement des $PM_{2,5}$ est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la sonde. Sinon, inscrire la mention «0».	$\#\cdot d_p$	1
153	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Sonde de prélèvement des PM_{10} coudée (rayon de courbure)	Si la sonde de prélèvement des PM_{10} est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la sonde. Sinon, inscrire la mention «0».	$\#\cdot d_p$	1
154	12.1.1.2	Sondes de prélèvement des matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que la sonde [ou les sondes] de prélèvement [des $PM_{2,5}$ et des PM_{10}] utilisée[s] pour le frein soumis à l'essai satisfait [ou satisfont] à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à f) du paragraphe 12.1.1.2.	Oui/Non	s.o.
155	12.1.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Dimensions de la buse de prélèvement des $PM_{2,5}$ (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_n) de la buse de prélèvement des $PM_{2,5}$ utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
156	12.1.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Dimensions de la buse de prélèvement des PM_{10} (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_n) de la buse de prélèvement des PM_{10} utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
157	12.1.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Angle d'aspiration de la buse de prélèvement des $PM_{2,5}$	Indiquer l'angle d'aspiration de la buse de prélèvement des $PM_{2,5}$ appliqué pour le frein soumis à l'essai.	°	1
158	12.1.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Angle d'aspiration de la buse de prélèvement des PM_{10}	Indiquer l'angle d'aspiration de la buse de prélèvement des PM_{10} appliqué pour le frein soumis à l'essai.	°	1
159	12.1.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure des émissions de matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que la [ou les] buse[s] de prélèvement [des $PM_{2,5}$ et] des PM_{10} utilisée[s] pour le frein soumis à l'essai satisfait [ou satisfont] à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à h) du paragraphe 12.1.1.3.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
160	12.1.2.1	Dispositif de séparation des matières particulaires – Taille de coupure du cyclone de $PM_{2,5}$	Indiquer la taille de coupure du séparateur cyclonique de $PM_{2,5}$ utilisé pour le frein soumis à l'essai.	µm	1
161	12.1.2.1	Dispositif de séparation des matières particulaires – Taille de coupure du cyclone de PM_{10}	Indiquer la taille de coupure du séparateur cyclonique de PM_{10} utilisé pour le frein soumis à l'essai.	µm	1
162	12.1.2.1	Dispositif de séparation des matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que les séparateurs cycloniques [de $PM_{2,5}$ et] de PM_{10} utilisés pour le frein soumis à l'essai satisfont à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à d) du paragraphe 12.1.2.1.	Oui/Non	s.o.
163	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$ (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_s) de la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$ utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
164	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la ligne de prélèvement des PM_{10} (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_s) de la ligne de prélèvement des PM_{10} utilisée pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
165	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$ (longueur)	Indiquer la longueur totale de la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$ utilisée pour le frein soumis à l'essai, entre le cyclone et l'extrémité du porte-filtre.	mm	1
166	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Dimensions de la ligne de prélèvement des PM_{10} (longueur)	Indiquer la longueur totale de la ligne de prélèvement des PM_{10} utilisée pour le frein soumis à l'essai, entre le cyclone et l'extrémité du porte-filtre.	mm	1
167	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Présence d'un coude	Indiquer si la [ou les] ligne[s] de prélèvement [des $PM_{2,5}$ et/ou] des PM_{10} utilisée[s] pour le frein soumis à l'essai est [ou sont] coudée[s].	Oui/Non	s.o.
168	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Rayon de courbure de la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$	Si la ligne de prélèvement des $PM_{2,5}$ est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la ligne de prélèvement. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	#·d_s	1
169	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Rayon de courbure de la ligne de prélèvement des PM_{10}	Si la ligne de prélèvement des PM_{10} est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la ligne de prélèvement. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	#·d_s	1
170	12.1.2.2	Ligne de prélèvement des matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que la [ou les] ligne[s] de prélèvement des [$PM_{2,5}$ et] des PM_{10} utilisée[s] pour le frein soumis à l'essai satisfait [ou satisfont] à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à f) du paragraphe 12.1.2.2.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
171	12.1.2.3	Débit de prélèvement des matières particulaires – Débit nominal de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$	Indiquer la valeur de consigne (nominale) du débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ pour le frein soumis à l'essai ($Q_{PM2,5\text{-}set}$).	l/min	1
172	12.1.2.3	Débit de prélèvement des matières particulaires – Débit nominal de prélèvement d'échantillons de PM_{10}	Indiquer la valeur de consigne (nominale) du débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} pour le frein soumis à l'essai ($Q_{PM10\text{-}set}$).	l/min	1
173	12.1.2.3	Débit de prélèvement des matières particulaires – Débit de prélèvement normalisé d'échantillons de $PM_{2,5}$	Consigner le débit de prélèvement normalisé moyen d'échantillons de $PM_{2,5}$, à partir de la mesure effectuée pendant la phase de mesure des émissions du frein soumis à l'essai ($NQ_{PM2,5}$). Utiliser le paramètre «Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le débit mesuré moyen pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des temps de refroidissement).	Nl/min	2
174	12.1.2.3	Débit de prélèvement des matières particulaires – Débit de prélèvement normalisé d'échantillons de PM_{10}	Consigner le débit de prélèvement normalisé moyen d'échantillons de PM_{10}, à partir de la mesure effectuée pendant la phase de mesure des émissions du frein soumis à l'essai (NQ_{PM10}). Utiliser le paramètre «Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le débit mesuré moyen pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des temps de refroidissement).	Nl/min	2
175	12.1.2.3, 12.1.2.4	Débit de prélèvement des matières particulaires – Rapport isocinétique pour les $PM_{2,5}$	Calculer et consigner le rapport isocinétique moyen pour les $PM_{2,5}$ pendant la phase de mesure des émissions du frein soumis à l'essai. Appliquer l'équation 12.4 et utiliser le diamètre de la buse de prélèvement des $PM_{2,5}$ et les paramètres «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» et «Débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le rapport isocinétique moyen pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des temps de refroidissement).	-	3
176	12.1.2.3, 12.1.2.4	Débit de prélèvement des matières particulaires – Rapport isocinétique pour les PM_{10}	Calculer et consigner le rapport isocinétique moyen pour les PM_{10} pendant la phase de mesure des émissions du frein soumis à l'essai. Appliquer l'équation 12.4 et utiliser le diamètre de la buse de prélèvement des PM_{10} et les paramètres «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» et «Débit de prélèvement d'échantillons de PM_{10} réel normalisé» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le rapport isocinétique moyen pendant le cycle de freinage WLTP (compte non tenu des temps de refroidissement).	-	3

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
177	12.1.2.3	Débit de prélèvement des matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que toutes les spécifications relatives au débit de prélèvement d'échantillons de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} ainsi qu'au rapport isocinétique pour les $PM_{2,5}$ et les PM_{10}, définies aux alinéas a) à i) du paragraphe 12.1.2.3 concernant le frein soumis à l'essai sont respectées.	Oui/Non	s.o.
178	12.1.3.1	Porte-filtre pour le prélèvement des matières particulaires – Conformité globale du porte-filtre pour le prélèvement des $PM_{2,5}$	Vérifier que le porte-filtre pour le prélèvement des $PM_{2,5}$ satisfait à toutes les prescriptions définies aux alinéas a) à g) du paragraphe 12.1.3.1.	Oui/Non	s.o.
179	12.1.3.1	Porte-filtre pour le prélèvement des matières particulaires – Conformité globale du porte-filtre pour le prélèvement des PM_{10}	Vérifier que le porte-filtre pour le prélèvement des PM_{10} satisfait à toutes les prescriptions définies aux alinéas a) à g) du paragraphe 12.1.3.1.	Oui/Non	s.o.
180	12.1.3.2	Filtres de collecte de matières particulaires – Type de filtre de collecte des $PM_{2,5}$	Préciser le type de filtre (matériau filtrant) utilisé aux fins de la collecte des $PM_{2,5}$ pour le frein soumis à l'essai.	-	s.o.
181	12.1.3.2	Filtres de collecte de matières particulaires – Type de filtre de collecte des PM_{10}	Préciser le type de filtre (matériau filtrant) utilisé aux fins de la collecte des PM_{10} pour le frein soumis à l'essai.	-	s.o.
182	12.1.3.2	Filtres de collecte de matières particulaires – Conformité globale	Vérifier que les filtres utilisés aux fins de la collecte des $PM_{2,5}$ et des PM_{10} pour le frein soumis à l'essai satisfont à toutes les prescriptions définies au paragraphe 12.1.3.2.	Oui/Non	s.o.
183	12.1.4	Procédure de pesée – Chambre climatique	Vérifier que la balance a été conservée dans une chambre appropriée satisfaisant à toutes les prescriptions décrites au paragraphe 12.1.4.	Oui/Non	s.o.
184	12.1.4	Procédure de pesée – Résolution de la balance	Indiquer la résolution de la balance utilisée pour peser les filtres de collecte des PM_{10} et des $PM_{2,5}$.	µg	1
185	12.1.4	Procédure de pesée – Date et heure de la pesée préalable au prélèvement	Indiquer la date et l'heure de la pesée, préalable au prélèvement des $PM_{2,5}$ et des PM_{10}, des filtres utilisés pour le frein soumis à l'essai.	-	s.o.
186	12.1.4	Procédure de pesée – Température de la salle de pesée avant prélèvement	Indiquer la température moyenne de la salle de pesée avant prélèvement lors de la pesée des filtres de collecte des PM_{10} et des $PM_{2,5}$.	°C	2
187	12.1.4	Procédure de pesée – Humidité relative de la salle de pesée avant prélèvement	Indiquer l'humidité relative moyenne de la salle de pesée avant prélèvement lors de la pesée des filtres de collecte des PM_{10} et des $PM_{2,5}$.	%	2

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
188	12.1.4	Procédure de pesée – Masse corrigée du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ avant le prélèvement	Indiquer la masse du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ avant le prélèvement, corrigée pour la flottabilité, pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(Corrected)}$). Calculer la masse corrigée au moyen de l'équation 12.5.	mg	4
189	12.1.4	Procédure de pesée – Masse corrigée du filtre de collecte des PM_{10} avant le prélèvement	Indiquer la masse du filtre de collecte des PM_{10} avant le prélèvement, corrigée pour la flottabilité, pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(Corrected)}$). Calculer la masse corrigée au moyen de l'équation 12.5.	mg	4
190	12.1.4	Procédure de pesée – Date et heure de la pesée consécutive au prélèvement	Indiquer la date et l'heure de la pesée, consécutive au prélèvement des $PM_{2,5}$ et des PM_{10}, des filtres utilisés pour le frein soumis à l'essai.	-	s.o.
191	12.1.4	Procédure de pesée – Température de la salle de pesée après prélèvement	Indiquer la température moyenne de la salle de pesée après prélèvement lors de la pesée des filtres de collecte des PM_{10} et des $PM_{2,5}$.	°C	2
192	12.1.4	Procédure de pesée – Humidité relative de la salle de pesée après prélèvement	Indiquer l'humidité relative moyenne de la salle de pesée après prélèvement lors de la pesée des filtres de collecte des PM_{10} et des $PM_{2,5}$.	%	2
193	12.1.4	Procédure de pesée – Masse corrigée du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ après le prélèvement	Indiquer la masse du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ après le prélèvement, corrigée pour la flottabilité, pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(Corrected)}$). Calculer la masse corrigée au moyen de l'équation 12.5.	mg	4
194	12.1.4	Procédure de pesée – Masse corrigée du filtre de collecte des PM_{10} après le prélèvement	Indiquer la masse du filtre de collecte des PM_{10} après le prélèvement, corrigée pour la flottabilité, pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(Corrected)}$). Calculer la masse corrigée au moyen de l'équation 12.5.	mg	4
195	12.1.4	Procédure de pesée – Charge finale du filtre de collecte des $PM_{2,5}$	Indiquer la charge du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(2,5)}$). Effectuer le calcul à l'aide des masses du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ obtenues avant et après l'essai et corrigées pour la flottabilité, comme spécifié à l'alinéa g) du paragraphe 12.1.4.	mg	4
196	12.1.4	Procédure de pesée – charge finale du filtre de collecte des PM_{10}	Indiquer la charge du filtre de collecte des PM_{10} pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(10)}$). Effectuer le calcul à l'aide des masses du filtre de collecte des PM_{10} obtenues avant et après l'essai et corrigées pour la flottabilité, comme spécifié à l'alinéa g) du paragraphe 12.1.4.	mg	4

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
197	12.1.4	Procédure de pesée – Conformité globale	Vérifier qu'il a été satisfait à toutes les prescriptions définies au paragraphe 12.1.4 concernant le conditionnement, la manipulation et la pesée des filtres de collecte [des $PM_{2,5}$ et] des PM_{10} utilisés pour le frein soumis à l'essai.	Oui/Non	s.o.
198	12.1.4	Procédure de pesée – Filtres de référence pour la mesure des matières particulaires - Différence par rapport à la moyenne glissante	Indiquer la différence moyenne entre les masses des filtres de référence et leur moyenne glissante. Utiliser la colonne I du fichier sur les mesures de masse. Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, cette mesure rend compte de la différence entre la pesée préalable à l'essai et la moyenne glissante, conformément à l'alinéa iii) du paragraphe 12.1.4.	mg	4
199	12.1.4	Procédure de pesée – Filtres de référence pour la mesure des matières particulaires - Différence par rapport à la moyenne glissante à la fin de la session	Indiquer la différence moyenne entre les masses des filtres de référence et leur moyenne glissante à la fin de la session. Utiliser la colonne P du fichier sur les mesures de masse. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	mg	4
200	12.1.4	Procédure de pesée – Filtres de référence pour la mesure des matières particulaires - Différence entre la pesée initiale et la pesée finale	Si les filtres de référence ne sont pas pesés régulièrement, indiquer la différence moyenne entre la pesée initiale et la pesée finale desdits filtres. Utiliser la colonne Q du fichier sur les mesures de masse. Si les filtres de référence sont pesés régulièrement, inscrire la mention «s.o.».	mg	4
201	12.1.4	Procédure de pesée – Conformité globale de la procédure de pesée des filtres de référence	Vérifier que la pesée des filtres de référence pour la collecte des $PM_{2,5}$ et des PM_{10} a été effectuée conformément aux spécifications définies à l'alinéa f) du paragraphe 12.1.4.	Oui/Non	s.o.
202	12.1.5	Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires – Coefficient d'émission de $PM_{2,5}$ de référence	Indiquer le coefficient d'émission de $PM_{2,5}$ en masse par unité de distance parcourue pour le frein soumis à l'essai, tel que spécifié au paragraphe 12.1.5 ($PM_{2,5}$ EF_{ref}). Utiliser la charge du filtre de collecte des $PM_{2,5}$ pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(2,5)}$), calculée dans le fichier sur les mesures de masse. Utiliser les paramètres «Débit d'air de refroidissement réel normalisé», «Débit de prélèvement réel normalisé d'échantillons de $PM_{2,5}$» et «Distance parcourue» du fichier de données temporelles pour le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	mg/km	3

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
203	12.1.5	Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires – Coefficient final d'émission de $PM_{2,5}$	Indiquer le coefficient final d'émission de $PM_{2,5}$ en masse par unité de distance parcourue pour le véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté ($PM_{2,5}$ EF). Faire le calcul au moyen de l'équation 12.9, comme indiqué au paragraphe 12.1.5.	mg/km	3
204	12.1.5	Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires – Coefficient d'émission de PM_{10} de référence	Indiquer le coefficient d'émission de PM_{10} en masse par unité de distance parcourue pour le frein soumis à l'essai, tel que spécifié au paragraphe 12.1.5 (PM_{10} EF_{ref}). Utiliser la charge du filtre de collecte des PM_{10} pour le frein soumis à l'essai ($Pe_{(10)}$), calculée dans le fichier sur les mesures de masse. Utiliser les paramètres «Débit d'air de refroidissement réel normalisé», «Débit de prélèvement normalisé d'échantillons de PM_{10}» et «Distance parcourue» du fichier de données temporelles pour le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	mg/km	3
205	12.1.5	Calcul des coefficients d'émission de matières particulaires – Coefficient final d'émission de PM_{10}	Indiquer le coefficient final d'émission de PM_{10} en masse par unité de distance parcourue pour le véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté (PM_{10} EF). Faire le calcul au moyen de l'équation 12.10, comme indiqué au paragraphe 12.1.5.	mg/km	3
206		Réservé			
207	12.2.1.1	Plan de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Emplacement des sondes de prélèvement destinées à la mesure du nombre de particules	Vérifier que la conception du plan de prélèvement et l'emplacement de la sonde de prélèvement pour la mesure du SPN10 sont conformes aux spécifications décrites à l'alinéa a) du paragraphe 12.2.1.1.	Oui/Non	s.o.
208		Réservé			
209		Réservé			
210		Réservé			
211	12.2.1.2	Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Dimensions de la sonde de prélèvement utilisée pour la mesure du SPN10 (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_p) de la sonde de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
212	12.2.1.2	Réservé			
213	12.2.1.2	Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Dimensions de la sonde de prélèvement utilisée pour la mesure du SPN10 (longueur)	Indiquer la longueur totale de la sonde de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai, entre la pointe de la buse de prélèvement et l'entrée du tube de transfert de particules.	mm	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
214	12.2.1.2	Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Présence d'un coude	Indiquer si la sondes de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai est coudée.	Oui/Non	s.o.
215		Réservé			
216	12.2.1.2	Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Rayon de courbure de la sonde de prélèvement utilisée pour la mesure du SPN10	Si la sonde de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la sonde. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	$\#\cdot d_p$	1
217	12.2.1.2	Sondes de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Conformité globale	Vérifier que la sonde de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à f) du paragraphe 12.2.1.2.	Oui/Non	s.o.
218	12.2.1.3	Réservé			
219	12.2.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Dimensions de la buse de prélèvement utilisée pour la mesure du SPN10 (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_n) de la buse de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
220		Réservé			
221	12.2.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Angle d'aspiration de la buse de prélèvement utilisée pour la mesure du SPN10	Indiquer l'angle d'aspiration de la buse de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	°	1
222	12.2.1.3	Buses de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Conformité globale	Vérifier que la buse de prélèvement utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à g) du paragraphe 12.2.1.3.	Oui/Non	s.o.
223		Réservé			
224	12.2.1.4	Tube de transfert des particules – Dimensions du tube de transfert des particules utilisé pour la mesure du SPN10 (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_{tt}) du tube de transfert des particules utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
225	12.2.1.4	Tube de transfert des particules – Présence d'un coude	Indiquer si le tube de transfert des particules utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai est coudé.	Oui/Non	s.o.
226		Réservé			
227	12.2.1.4	Tube de transfert des particules – Rayon de courbure du tube de transfert des particules utilisé pour la mesure du SPN10	Si le tube de transfert des particules utilisé pour la mesure du SPN10 est coudé, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre du tube de transfert.	$\#\cdot d_{tt}$	1
228	12.2.1.4	Tube de transfert des particules – Conformité globale	Vérifier que le tube de transfert des particules utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à g) du paragraphe 12.2.1.4.	Oui/Non	s.o.
229		Réservé			

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
230	12.2.2.1	Séparateur de particules – Taille de coupure pour la mesure du SPN10	Indiquer la taille de coupure du séparateur cyclonique utilisé pour la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	µm	1
231	12.2.2.1	Séparateur de particules – Conformité globale	Vérifier que le ou les séparateurs cycloniques de particules utilisés pour le frein soumis à l'essai satisfont à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à f) du paragraphe 12.2.2.1.	Oui/Non	s.o.
232		Réservé			
233	12.2.2.2	Conditionnement des échantillons de particules – Moyenne du PCRF pour la mesure du SPN10	Indiquer la moyenne arithmétique du PCRF appliqué aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai. Utiliser le paramètre «PCRF moyen pour la mesure du SPN10» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer la moyenne arithmétique du PCRF pendant le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	-	1
234		Réservé			
235	12.2.2.2	Conditionnement des échantillons de particules – Conformité globale concernant le SPN10	Vérifier que le système de séparation de particules volatiles utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions définies aux alinéas k) à v) du paragraphe 12.2.2.2.	Oui/Non	s.o.
236		Réservé			
237	12.2.2.3	Conduite de transfert interne de particules – Dimensions de la conduite pour la mesure du SPN10 (diamètre intérieur)	Indiquer le diamètre intérieur (d_{tl}) de la conduite de transfert interne de particules utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai.	mm	2
238		Réservé			
239	12.2.2.3	Conduite de transfert interne de particules – Dimensions de la conduite utilisée pour la mesure du SPN10 (longueur)	Indiquer la longueur de la conduite de transfert interne de particules utilisée pour la mesure du SPN10, entre la sortie du VPR et l'entrée du PNC, pour le frein soumis à l'essai.	mm	1
240	12.2.2.3	Conduite de transfert interne de particules – Présence d'un coude	Indiquer si la conduite de transfert interne de particules utilisée aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai est coudée. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	Oui/Non	s.o.
241		Réservé			
242	12.2.2.3	Conduite de transfert interne de particules – Rayon de courbure de la conduite de transfert utilisée pour la mesure du SPN10	Si la conduite de transfert interne de particules utilisée pour la mesure du SPN10 est coudée, indiquer son rayon de courbure sous la forme d'une fonction du diamètre de la conduite de transfert. Sinon, inscrire la mention «s.o.».	#·d_{tl}	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
243	12.2.2.3	Conduite de transfert interne de particules – Conformité globale	Vérifier que la conduite de transfert interne de particules utilisée pour la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions relatives à la conception énoncées au paragraphe 12.2.2.3.	Oui/Non	s.o.
244		Réservé			
245	12.2.3.1	Compteur de particules – Conformité globale du PNC utilisé pour la mesure du SPN10	Vérifier que le compteur de particules utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai satisfait à toutes les prescriptions énoncées aux alinéas a) à i) du paragraphe 12.2.3.1.	Oui/Non	s.o.
246		Réservé			
247	12.2.3.2	Débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Débit mesuré pour la mesure du SPN10	Indiquer la valeur normalisée moyenne du débit de prélèvement utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai. Utiliser le paramètre «Débit de prélèvement réel normalisé pour la mesure du SPN10» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour calculer le débit de prélèvement moyen pendant le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	Nl/min	3
248		Réservé			
249	12.2.3.2	Débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Rapport isocinétique pour la mesure du SPN10	Indiquer le rapport isocinétique moyen utilisé aux fins de la mesure du SPN10 pour le frein soumis à l'essai. Utiliser le diamètre de la buse de prélèvement pour la mesure du SPN10 et les paramètres «Débit d'air de refroidissement réel normalisé» et «Débit de prélèvement réel normalisé pour la mesure du SPN10» (1 Hz) dans le fichier de données temporelles sur le cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions pour faire le calcul au moyen de l'équation 12.4.	-	3
250	12.2.3.2	Débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules – Conformité globale	Vérifier la conformité à toutes les spécifications relatives au débit de prélèvement utilisé pour la mesure du SPN10, ainsi qu'au rapport isocinétique utilisé pour la mesure du SPN10, définies aux alinéas a) à h) du paragraphe 12.2.3.2.	Oui/Non	s.o.
251		Réservé			
252	12.2.4	Réservé			
253		Réservé			
254	12.2.4	Calcul des coefficients d'émission de particules – Coefficient d'émission en SPN10 de référence	Indiquer le coefficient d'émission en SPN10 de référence (SPN10 EF_{ref}) en nombre de particules par unité de distance parcourue pour le frein soumis à l'essai, tel que spécifié au paragraphe 12.2.4.	#/km	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
255	12.2.4	Calcul des coefficients d'émission de particules – Coefficient final d'émission en SPN10	Indiquer le coefficient final d'émission en SPN10 en nombre de particules par unité de distance parcourue pour le véhicule sur lequel le frein soumis à l'essai est monté. Faire le calcul au moyen de l'équation 12.14, comme indiqué au paragraphe 12.2.4.	#/km	1
256	12.2.4	Calcul des coefficients d'émission de particules – Vérification de la plage de mesure de la concentration en SPN10	Vérifier que la concentration en SPN10 en nombre de particules par Ncm^3 se situe dans la plage de mesure spécifiée du PNC. Utiliser le paramètre «Concentration en SPN10 normalisée, corrigée par le PCRF» (1 Hz) du fichier de données temporelles pour effectuer la vérification relative au cycle de freinage WLTP de la phase de mesure des émissions.	Oui/Non	s.o.
257	12.2.5	Procédures de vérification du système de comptage du nombre de particules – Conformité globale	Vérifier que les procédures de vérification du système de comptage du nombre de particules définies aux alinéas a) à d) du paragraphe 12.2.5 ont été appliquées avec succès pour le frein soumis à l'essai.	Oui/Non	s.o.
258	12.3	Mesure de la perte de masse – Masse du disque ou du tambour avant l'essai	Indiquer la masse avant essai du disque ou du tambour, le thermocouple étant installé et le connecteur de celui-ci retiré.	g	1
259	12.3	Mesure de la perte de masse – Masse du matériau de friction avant l'essai	Indiquer la masse totale, avant essai, du matériau de friction du frein, y compris les cales antibruit, les ressorts des cales pour plaquette et les autres éléments faisant partie du dispositif. Pour ce faire, additionner les masses avant essai correspondant au matériau de friction du frein figurant dans le fichier sur les mesures de masse.	g	1
260	12.3	Mesure de la perte de masse – Masse du disque ou du tambour après l'essai	Indiquer la masse après essai du disque ou du tambour, le thermocouple étant installé et le connecteur de celui-ci retiré.	g	1
261	12.3	Mesure de la perte de masse – Masse du matériau de friction après l'essai	Indiquer la masse totale, après essai, du matériau de friction du frein, y compris les cales antibruit, les ressorts des cales pour plaquette et les autres éléments faisant partie du dispositif. Pour ce faire, additionner les masses après essai correspondant au matériau de friction du frein figurant dans le fichier sur les mesures de masse.	g	1

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
262	12.3	Mesure de la perte de masse – Perte de masse totale	Consigner la perte de masse totale du frein soumis à l'essai en suivant la procédure définie dans le tableau A4/13 et à l'alinéa j) du paragraphe 12.3.	g	1
263	12.3	Mesure de la perte de masse – Distance totale parcourue	Calculer et consigner la distance totale parcourue pendant la phase de rodage et la phase de mesure des émissions (compte non tenu des périodes de stabilisation thermique).	km	3
264	12.3	Mesure de la perte de masse – Coefficient d'émission de la perte de masse	Consigner le coefficient d'émission moyen de la perte de masse du frein soumis à l'essai en suivant la procédure définie dans le tableau A4/13 et à l'alinéa k) du paragraphe 12.3.	mg/km	2
265	12.3	Mesure de la perte de masse – Conformité globale	Vérifier que la perte de masse du frein soumis à l'essai a été mesurée conformément à toutes les spécifications décrites aux alinéas a) à k) du paragraphe 12.3.	Oui/Non	s.o.
266	14.2	Prescriptions d'étalonnage – Dynamomètre à inertie	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du banc dynamométrique définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.2, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
267	14.3	Prescriptions d'étalonnage – Débitmètre	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du débitmètre définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.3, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
268	14.1	Prescriptions d'étalonnage – Séparateurs cycloniques	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage des séparateurs cycloniques de matières particulaires et de particules, définies dans le tableau A4/15 et aux paragraphes 12.1 et 12.2.	Oui/Non	s.o.
269	14.4	Prescriptions d'étalonnage – Balance	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage de la balance au microgramme, définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.4, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.

Numéro	Paragraphe	Paramètres d'entrée	Brève description	Unité/Format	Décimales
270	14.1	Prescriptions d'étalonnage – Débitmètre pour la mesure du débit de prélèvement des émissions de matières particulaires	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du débitmètre utilisé pour la mesure du débit de prélèvement des émissions de matières particulaires définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 12.1, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
271	14.1	Prescriptions d'étalonnage – Débitmètre pour la mesure du débit de prélèvement des émissions en nombre de particules	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du débitmètre utilisé pour la mesure du débit de prélèvement des émissions en nombre de particules définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 12.2, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
272	14.5	Prescriptions d'étalonnage – Dispositifs de traitement et de conditionnement des échantillons	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du séparateur de particules volatiles pour la mesure du SPN10, définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.5, et que des certificats d'étalonnage valables sont disponibles au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
273	14.6	Prescriptions d'étalonnage –Compteur de particules	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage du compteur de particules définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.6, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.
274	14.4	Prescriptions d'étalonnage – Balance des pièces de frein	Vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions relatives à l'étalonnage de la balance des pièces de frein définies dans le tableau A4/15 et au paragraphe 14.4, et qu'un certificat d'étalonnage valable est disponible au moment de l'essai de mesure des émissions de freinage.	Oui/Non	s.o.

14. Prescriptions d'étalonnage et contrôle continu de la qualité

14.1 Prescriptions générales d'étalonnage

Le présent paragraphe résume les prescriptions minimales d'étalonnage de l'appareillage utilisé pour l'essai de mesure des émissions de freinage. Le tableau A4/15 récapitule les critères et la périodicité d'étalonnage de l'appareillage principal défini dans le présent Règlement.

Tableau A4/15

Prescriptions relatives à l'étalonnage de l'appareillage principal de mesure des émissions

Instrument	Périodicité	Critère	Paragraphe
Banc dynamométrique	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/17	Par. 14.2

Instrument	Périodicité	Critère	Paragraphe
Dispositif de mesure du couple	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/18	Par. 14.2
Débitmètre	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/19	Par. 14.3
Capteur de température du débit d'air de refroidissement	Une fois par an	±1 °C	Par. 14.3
Capteur de pression atmosphérique du débit d'air de refroidissement	Une fois par an	±0,4 kPa	Par. 14.3
Capteur de température de l'air de refroidissement	Une fois par an	±1 °C	Par. 7.2.1
Capteur d'humidité relative de l'air de refroidissement	Une fois par an	±5 % de la valeur nominale	Par. 7.2.1
Séparateur cyclonique de PM_{10}	Certificat de conformité fourni par le fabricant du cyclone lors de l'installation initiale	Tableau A4/7	Par. 12.1
Séparateur cyclonique de $PM_{2,5}$	Certificat de conformité fourni par le fabricant du cyclone lors de l'installation initiale	Tableau A4/8	Par. 12.1
Balance au microgramme pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/20	Par. 14.4
Débitmètre utilisé pour la mesure du débit de prélèvement des émissions de matières particulaires	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	±2,5 % de la valeur indiquée ou ±1,5 % de la pleine échelle, la valeur la plus faible étant retenue	Par. 12.1
Capteur de température du débit de prélèvement des émissions de matières particulaires	Une fois par an	±1 °C	Par. 12.1
Capteur de pression du débit de prélèvement des émissions de matières particulaires	Une fois par an	±1 kPa	Par. 12.1
Séparateur cyclonique de particules	Certificat de conformité fourni par le fabricant du cyclone lors de l'installation initiale	Efficacité de pénétration ≥80 % pour un diamètre de mobilité électrique de particule de 1,5 µm	Par. 12.2
Débitmètre utilisé pour la mesure du débit de prélèvement des émissions en nombre de particules	Tous les 13 mois	±5 % de la valeur indiquée dans toutes les conditions de fonctionnement	Par. 12.2

Instrument	Périodicité	Critère	Paragraphe
Capteur de température du débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules	Une fois par an	±1 °C	Par. 12.2
Capteur de pression du débit de prélèvement pour la mesure du nombre de particules	Une fois par an	±1 kPa	Par. 12.2
Séparateur de particules volatiles pour la mesure du SPN10	Tous les 6 mois ou 13 mois selon l'instrument	Tel que défini au paragraphe 14.5.2	Par. 14.5
Compteur de particules	Tous les 13 mois et lors de chaque opération d'entretien importante	Tel que défini au paragraphe 14.6	Par. 14.6
Balance des pièces de frein	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/20	Par. 14.4

Tout autre capteur ou équipement accessoire utilisé pour la détermination de la température, de la pression atmosphérique et de l'humidité ambiante de la salle des installations ou de la salle de pesée doit satisfaire aux prescriptions définies dans le tableau A4/16.

Tableau A4/16

Prescriptions relatives à l'étalonnage des équipements accessoires

Instrument	Périodicité	Critère
Capteur de température	Une fois par an	±1 °C
Capteur de pression atmosphérique	Une fois par an	±1 kPa
Capteur d'humidité relative	Une fois par an	±5 % de la valeur nominale
Capteur d'humidité spécifique	Une fois par an	±10 % de la valeur indiquée ou 1 g de H_2O/kg d'air sec, la plus grande de ces deux valeurs étant retenue

14.2 Banc dynamométrique

Le tableau A4/17 récapitule les critères et la périodicité d'étalonnage du banc dynamométrique définis dans le présent Règlement. Les dispositifs de mesure de la vitesse de rotation, du couple de freinage et de la pression de freinage doivent satisfaire aux prescriptions de linéarité figurant dans le tableau A4/18.

Tableau A4/17

Prescriptions relatives à l'étalonnage du banc dynamométrique

Instrument	Périodicité	Critère
Dispositif de mesure de la vitesse de rotation	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/18
Capteur de couple de freinage	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/18

Instrument	Périodicité	Critère
Capteur de pression de freinage	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Tableau A4/18
Capteur de déplacement du liquide de frein (facultatif)	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	Selon les spécifications du fabricant
Système d'acquisition de données de température	À l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration	±0,25 % au maximum

Tableau A4/18

Prescriptions de linéarité relatives aux dispositifs de mesure de la vitesse de rotation, du couple de freinage et de la pression de freinage

Système de mesure	Ordonnée à l'origine a0	Pente a1	Erreur type d'estimation (SEE)	Coefficient de détermination r^2
Vitesse de rotation du frein	≤0,05 % de la valeur maximale	0,98-1,02	≤0,25 % de la valeur maximale	≥0,990
Couple de freinage	≤0,05 % de la valeur maximale	0,98-1,02	≤0,5 % de la valeur maximale	≥0,990
Pression de freinage	≤0,05 % de la valeur maximale	0,98-1,02	≤0,5 % de la valeur maximale	≥0,990

Outre l'étalonnage des systèmes énumérés dans les tableaux A4/17 et A4/18, le laboratoire doit vérifier que les valeurs du couple et de la pression sont nulles avant chaque essai de mesure des émissions de freinage. La vérification doit être effectuée suivant la méthode décrite au paragraphe 8.2.

14.3 Débitmètre

L'étalonnage du débitmètre utilisé aux fins de la mesure du débit d'air de refroidissement doit être conforme à des normes nationales ou internationales. Le débitmètre doit satisfaire aux prescriptions de linéarité figurant dans le tableau A4/19 pour au moins quatre débits de référence également espacés sur la base d'une régression linéaire entre le débit minimal et le débit maximal de fonctionnement de la configuration. En outre, le débit à chaque point de mesure doit être égal au débit de référence mesuré ±2 %. Le laboratoire doit étalonner le débitmètre lors de l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration.

Tableau A4/19

Prescriptions de linéarité applicables au débitmètre

Système de mesure	Ordonnée à l'origine a0	Pente a1	Erreur type d'estimation (SEE)	Coefficient de détermination r^2
Débitmètre	≤1 % de la valeur maximale	0,98-1,02	≤2 % de la valeur maximale	≥0,990

Le laboratoire doit utiliser un débitmètre étalonné pour consigner le débit d'air dans des conditions normales. Pour une conversion appropriée aux conditions de fonctionnement, l'exactitude du capteur de température doit être de ±1 °C et l'exactitude et la précision des mesures de pression doivent être de ±0,4 kPa. Le laboratoire doit procéder à l'étalonnage des deux capteurs chaque année.

14.4 Balances destinées à la pesée des matières particulaires et à la mesure de la perte de masse

14.4.1 Balance de précision pour la pesée des filtres à matières particulaires

L'étalonnage de la balance de précision (au microgramme) utilisée pour la pesée du filtre à matières particulaires conformément au paragraphe 12.1.4 doit satisfaire à des normes nationales ou internationales. La balance doit satisfaire aux prescriptions de linéarité du tableau A4/20 pour au moins quatre pesées de référence également espacées sur la base de la régression linéaire. Cela implique une précision d'au moins ±2 µg et une résolution d'au moins 1 µg (1 chiffre = 1 µg). Le laboratoire doit utiliser des poids de tarage certifiés pour vérifier régulièrement (tableau A4/15) la stabilité et le bon fonctionnement de la balance de précision, qu'il doit étalonner lors de l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration.

14.4.2 Balance pour la pesée des pièces de frein

L'étalonnage de la balance utilisée pour la pesée des pièces de frein conformément au paragraphe 12.3 doit satisfaire à des normes nationales ou internationales. La balance doit satisfaire aux prescriptions de linéarité du tableau A4/20 pour au moins quatre pesées de référence également espacées sur la base de la régression linéaire. Cela implique une précision d'au moins ±1 g et une résolution d'au moins 0,1 g. Le laboratoire doit utiliser des poids de tarage certifiés pour vérifier régulièrement (tableau A4/15) la stabilité et le bon fonctionnement de la balance, qu'il doit étalonner lors de l'installation initiale, une fois par an et lors de chaque opération d'entretien importante de la configuration.

Tableau A4/20

Critères de vérification de la balance au microgramme et de la balance pour la pesée des pièces de frein

Système de mesure	Ordonnée à l'origine a0	Pente a1	Erreur type d'estimation (SEE)	Coefficient de détermination r^2
Balance pour la pesée des matières particulaires	≤1 µg	0,99-1,01	≤1 % de la valeur maximale	≥0,998
Balance pour la pesée des pièces de frein	≤0,3 g	0,99-1,01	≤1 % de la valeur maximale	≥0,998

14.5 Dispositifs de traitement et de conditionnement des échantillons

Tableau A4/21

Prescriptions relatives aux PCRF (f_r (d_x)) pour des particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 15 nm, 30 nm et 50 nm

Fraction du PCRF	Valeur minimale autorisée	Valeur maximale autorisée
(f_r (15 nm))/(f_r (100 nm))	0,95	2,00
(f_r (30 nm))/(f_r (100 nm))	0,95	1,30
(f_r (50 nm))/(f_r (100 nm))	0,95	1,20

14.5.1 Réservé

14.5.2 Séparateur de particules volatiles pour la mesure du SPN10

II doit être procédé à l'étalonnage des PCRF applicables au VPR sur toute la plage de réglages de dilution, aux températures nominales de fonctionnement définies pour l'instrument, si l'appareil est neuf ou après toute opération d'entretien importante. La seule obligation concernant la validation périodique du PCRF applicable au VPR consiste à effectuer un contrôle dans une seule station d'essai, caractéristique de celles où l'on procède aux essais de mesure des émissions de tout frein classique disponible sur le marché. Le service technique doit s'assurer qu'il existe un certificat d'étalonnage ou de validation établi dans les 6 mois précédant l'essai de mesure des émissions. Si le VPR est équipé de dispositifs d'alerte pour la surveillance de la température, l'intervalle entre deux validations peut être de 13 mois.

Les caractéristiques du VPR doivent être déterminées quant au PCRF avec des particules solides ayant un diamètre de mobilité électrique de 15 nm, 30 nm, 50 nm et 100 nm. Les PCRF pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 15 nm, 30 nm et 50 nm ne doivent pas être supérieurs de plus de 100 %, de plus de 30 % et de plus de 20 %, respectivement, ni inférieurs de plus de 5 % à ceux obtenus pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 100 nm (tableau A4/21). Aux fins de validation, l'écart entre le PCRF moyen et la moyenne arithmétique du PCRF (f_r) déterminé lors du dernier étalonnage du système de dilution doit être inférieur ou égal à 10 %.

L'aérosol d'essai utilisé pour ces mesures est constitué de particules solides d'un diamètre de mobilité électrique de 15, 30, 50 et 100 nm. La concentration minimale à l'entrée du système de dilution doit être de 3 000 particules par cm^3 pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 15 nm, et de 5 000 particules par cm^3 pour les particules d'un diamètre de mobilité électrique de 30, 50 et 100 nm. Les concentrations de particules doivent être mesurées en amont et en aval des composants. Le PCRF pour chaque granulométrie monodispersée (f_r (d_x)) doit être calculé au moyen de l'équation 14.1. Pour un niveau de dilution donné, la valeur moyenne arithmétique de la réduction de la concentration en particules (f_r) doit être calculée au moyen de l'équation 14.2.

Il est recommandé d'étalonner et de valider le VPR en tant qu'unité complète. L'efficacité d'élimination des particules volatiles d'un VPR ne doit être prouvée qu'une seule fois pour la famille d'instruments de mesure du SPN10. Le fabricant de l'instrument doit indiquer la fréquence des entretiens ou des remplacements garantissant que ladite efficacité ne descend pas en dessous des prescriptions techniques. Si cette information n'est pas fournie, l'efficacité doit être vérifiée une fois par an pour chaque instrument.

Le VPR utilisé pour la mesure du SPN10 doit retenir à plus de 99,9 % les particules de tétracontane ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) dont le diamètre de mobilité électrique médian est supérieur à 50 nm et la masse inférieure à 1 mg/m^3 si l'appareil fonctionne à son niveau de dilution minimal et à la température recommandée par le fabricant.

Le fabricant de l'instrument doit démontrer la pénétration des particules $P_r(d_x)$ en mettant à l'essai un exemplaire de chaque modèle de système. On entend ici par modèle de système tous les systèmes ayant les mêmes caractéristiques matérielles, c'est-à-dire la même géométrie, les mêmes matériaux constitutifs des conduites et les mêmes caractéristiques d'écoulement et de température sur le trajet de l'aérosol. La pénétration des particules $P_r(d_x)$ pour une taille de particule d_x doit être calculée au moyen de l'équation 14.3.

14.6 Compteur de particules

L'autorité d'homologation de type doit s'assurer de l'existence d'un certificat d'étalonnage du PNC attestant la conformité de ce dernier à une norme spécifiée, établi dans les 13 mois précédant l'essai de mesure des émissions. Entre les étalonnages, on doit soit contrôler l'efficacité de comptage du PNC soit remplacer tous les 6 mois la mèche du PNC, si le fabricant de l'instrument le recommande. Après toute opération d'entretien importante, le PNC doit être à nouveau étalonné et un nouveau certificat d'étalonnage doit être établi.

L'étalonnage doit être effectué conformément à une méthode d'étalonnage reconnue. Le laboratoire doit utiliser l'une des deux méthodes suivantes :

a) Comparaison de la réponse du PNC à étalonner avec celle d'un électromètre à aérosol étalonné analysant simultanément des particules étalons classées électrostatiquement ;

b) Comparaison de la réponse du PNC à étalonner avec celle d'un deuxième PNC qui a été directement étalonné selon la méthode de référence.

On procède à l'étalonnage en utilisant au moins six concentrations étalons réparties sur la plage de mesure du PNC. Cinq de ces concentrations doivent être espacées le plus uniformément possible entre la concentration étalon de 3 000 particules par cm^3 ou moins et la concentration maximale à laquelle le PNC peut fonctionner en mode de comptage particule par particule. L'un de ces six points est le point correspondant à une concentration nominale égale à zéro, que l'on obtient en raccordant à l'entrée de chaque instrument un filtre THE répondant au minimum à la classe H13 définie dans la norme EN 1822:2008, ou d'efficacité équivalente. Le gradient obtenu par régression linéaire (méthode des moindres carrés) des deux ensembles de données doit être calculé et enregistré. Un facteur d'étalonnage égal à l'inverse du gradient est appliqué au PNC à étalonner. On calcule la linéarité de la réponse sur la base du carré du coefficient de corrélation de Pearson (r) des deux ensembles de données ; elle doit être égale ou supérieure à 0,97. Pour le calcul du gradient et de R^2, on doit faire passer la droite de régression linéaire par l'origine (correspondant à une concentration zéro pour les deux instruments). Le facteur d'étalonnage doit être compris entre 0,9 et 1,1. L'écart entre chaque concentration mesurée avec le PNC au cours de l'étalonnage et la concentration de référence mesurée multipliée par le gradient, à l'exception du point zéro, doit être inférieur ou égal à 5 %.

Lors de l'étalonnage, on doit aussi vérifier qu'il est satisfait aux prescriptions concernant l'efficacité avec laquelle le PNC détecte les particules ayant un diamètre de mobilité électrique de 10 nm. Une vérification de l'efficacité du comptage des particules de 15 nm n'est pas requise lors des étalonnages périodiques.

Annexe 4 – Appendice 1

Manœuvres du cycle de freinage WLTP

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
0	4	1	Levée de frein	0,0	0,0
4	10	1	Accélér.	0,0	20,7
10	18	1	Marche à vitesse constante	20,7	20,7
18	24	1	Décélér.	20,7	0,0
24	27	1	Levée de frein	0,0	0,0
27	46	1	Accélér.	0,0	23,1
46	58	1	Marche à vitesse constante	23,1	23,1
58	65	1	Décélér.	23,1	5,6
65	68	1	Marche à vitesse constante	5,6	5,6
68	77	1	Accélér.	5,6	15,4
77	85	1	Marche à vitesse constante	15,4	15,4
85	89	1	Décélér.	15,4	4,4
89	92	1	Marche à vitesse constante	4,4	4,4
92	100	1	Accélér.	4,4	25,7
100	103	1	Marche à vitesse constante	25,7	25,7
103	109	1	Décélér.	25,7	7,2
109	112	1	Marche à vitesse constante	7,2	7,2
112	122	1	Accélér.	7,2	24,8
122	129	1	Marche à vitesse constante	24,8	24,8
129	132	1	Décélér.	24,8	16,7
132	135	1	Marche à vitesse constante	16,7	16,7
135	137	1	Accélér.	16,7	18,7
137	140	1	Marche à vitesse constante	18,7	18,7
140	149	1	Décélér.	18,7	0,0
149	153	1	Levée de frein	0,0	0,0
153	174	1	Accélér.	0,0	32,5
174	177	1	Marche à vitesse constante	32,5	32,5
177	183	1	Décélér.	32,5	0,0
183	281	1	Levée de frein	0,0	0,0
281	295	1	Accélér.	0,0	27,5
295	298	1	Marche à vitesse constante	27,5	27,5
298	303	1	Décélér.	27,5	11,8
303	306	1	Marche à vitesse constante	11,8	11,8
306	311	1	Accélér.	11,8	29,4
311	314	1	Marche à vitesse constante	29,4	29,4

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
314	320	1	Décélér.	29,4	9,7
320	323	1	Marche à vitesse constante	9,7	9,7
323	333	1	Accélér.	9,7	31,9
333	341	1	Marche à vitesse constante	31,9	31,9
341	347	1	Décélér.	31,9	9,5
347	351	1	Marche à vitesse constante	9,5	9,5
351	358	1	Accélér.	9,5	14,7
358	361	1	Marche à vitesse constante	14,7	14,7
361	366	1	Décélér.	14,7	0,0
366	372	1	Levée de frein	0,0	0,0
372	381	1	Accélér.	0,0	59,5
381	384	1	Marche à vitesse constante	59,5	59,5
384	388	1	Décélér.	59,5	47,6
388	402	1	Marche à vitesse constante	47,6	47,6
402	406	1	Décélér.	47,6	36,2
406	478	1	Marche à vitesse constante	36,2	36,2
478	480	1	Accélér.	36,2	38,2
480	486	1	Marche à vitesse constante	38,2	38,2
486	490	1	Décélér.	38,2	25,5
490	493	1	Marche à vitesse constante	25,5	25,5
493	496	1	Décélér.	25,5	18,4
496	499	1	Marche à vitesse constante	18,4	18,4
499	505	1	Décélér.	18,4	0,0
505	508	1	Levée de frein	0,0	0,0
508	516	1	Accélér.	0,0	42,3
516	543	1	Marche à vitesse constante	42,3	42,3
543	552	1	Décélér.	42,3	0,0
552	555	1	Levée de frein	0,0	0,0
555	564	1	Accélér.	0,0	42,1
564	566	1	Marche à vitesse constante	42,1	42,1
566	576	1	Décélér.	42,1	0,0
576	579	1	Levée de frein	0,0	0,0
579	587	1	Accélér.	0,0	31,3
587	592	1	Marche à vitesse constante	31,3	31,3
592	595	1	Décélér.	31,3	12,5
595	600	1	Marche à vitesse constante	12,5	12,5
600	605	1	Décélér.	12,5	0,0
605	622	1	Levée de frein	0,0	0,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
622	642	1	Accélér.	0,0	45,3
642	647	1	Marche à vitesse constante	45,3	45,3
647	657	1	Décélér.	45,3	0,0
657	660	1	Levée de frein	0,0	0,0
660	669	1	Accélér.	0,0	45,5
669	673	1	Marche à vitesse constante	45,5	45,5
673	683	1	Décélér.	45,5	0,0
683	685	1	Levée de frein	0,0	0,0
685	704	1	Accélér.	0,0	40,7
704	726	1	Marche à vitesse constante	40,7	40,7
726	733	1	Décélér.	40,7	12,8
733	736	1	Marche à vitesse constante	12,8	12,8
736	744	1	Accélér.	12,8	59,6
744	747	1	Marche à vitesse constante	59,6	59,6
747	751	1	Décélér.	59,6	46,7
751	758	1	Marche à vitesse constante	46,7	46,7
758	759	1	Accélér.	46,7	48,6
759	768	1	Marche à vitesse constante	48,6	48,6
768	777	1	Décélér.	48,6	0,0
777	778	1	Levée de frein	0,0	0,0
778	786	1	Accélér.	0,0	23,7
786	941	1	Marche à vitesse constante	23,7	23,7
941	945	1	Décélér.	23,7	9,8
945	948	1	Marche à vitesse constante	9,8	9,8
948	956	1	Accélér.	9,8	37,5
956	974	1	Marche à vitesse constante	37,5	37,5
974	983	1	Décélér.	37,5	0,0
983	986	1	Levée de frein	0,0	0,0
986	993	1	Accélér.	0,0	37,7
993	996	1	Marche à vitesse constante	37,7	37,7
996	1 005	1	Décélér.	37,7	0,0
1 005	1 008	1	Levée de frein	0,0	0,0
1 008	1 013	1	Accélér.	0,0	18,6
1 013	1 016	1	Marche à vitesse constante	18,6	18,6
1 016	1 021	1	Décélér.	18,6	0,0
1 021	1 070	1	Levée de frein	0,0	0,0
1 070	1 115	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 115	1 119	2	Accélér.	0,0	13,8

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
1 119	1 122	2	Marche à vitesse constante	13,8	13,8
1 122	1 126	2	Décélér.	13,8	0,0
1 126	1 129	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 129	1 144	2	Accélér.	0,0	34,2
1 144	1 147	2	Marche à vitesse constante	34,2	34,2
1 147	1 151	2	Décélér.	34,2	18,9
1 151	1 154	2	Marche à vitesse constante	18,9	18,9
1 154	1 162	2	Accélér.	18,9	32,9
1 162	1 174	2	Marche à vitesse constante	32,9	32,9
1 174	1 178	2	Décélér.	32,9	23,3
1 178	1 182	2	Marche à vitesse constante	23,3	23,3
1 182	1 186	2	Accélér.	23,3	25,6
1 186	1 188	2	Marche à vitesse constante	25,6	25,6
1 188	1 191	2	Décélér.	25,6	18,5
1 191	1 194	2	Marche à vitesse constante	18,5	18,5
1 194	1 206	2	Accélér.	18,5	38,7
1 206	1 209	2	Marche à vitesse constante	38,7	38,7
1 209	1 217	2	Décélér.	38,7	0,0
1 217	1 220	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 220	1 236	2	Accélér.	0,0	48,4
1 236	1 253	2	Marche à vitesse constante	48,4	48,4
1 253	1 256	2	Décélér.	48,4	40,6
1 256	1 259	2	Marche à vitesse constante	40,6	40,6
1 259	1 262	2	Accélér.	40,6	42,4
1 262	1 282	2	Marche à vitesse constante	42,4	42,4
1 282	1 286	2	Décélér.	42,4	30,3
1 286	1 290	2	Marche à vitesse constante	30,3	30,3
1 290	1 295	2	Décélér.	30,3	13,7
1 295	1 298	2	Marche à vitesse constante	13,7	13,7
1 298	1 315	2	Accélér.	13,7	40,0
1 315	1 319	2	Marche à vitesse constante	40,0	40,0
1 319	1 325	2	Décélér.	40,0	20,0
1 325	1 328	2	Marche à vitesse constante	20,0	20,0
1 328	1 331	2	Accélér.	20,0	29,7
1 331	1 334	2	Marche à vitesse constante	29,7	29,7
1 334	1 338	2	Décélér.	29,7	18,9
1 338	1 341	2	Marche à vitesse constante	18,9	18,9
1 341	1 344	2	Accélér.	18,9	24,5

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
1 344	1 448	2	Marche à vitesse constante	24,5	24,5
1 448	1 451	2	Décélér.	24,5	17,5
1 451	1 454	2	Marche à vitesse constante	17,5	17,5
1 454	1 476	2	Accélér.	17,5	42,0
1 476	1 482	2	Marche à vitesse constante	42,0	42,0
1 482	1 491	2	Décélér.	42,0	0,0
1 491	1 502	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 502	1 512	2	Accélér.	0,0	22,0
1 512	1 515	2	Marche à vitesse constante	22,0	22,0
1 515	1 519	2	Décélér.	22,0	11,8
1 519	1 522	2	Marche à vitesse constante	11,8	11,8
1 522	1 528	2	Accélér.	11,8	32,4
1 528	1 539	2	Marche à vitesse constante	32,4	32,4
1 539	1 547	2	Décélér.	32,4	6,1
1 547	1 550	2	Marche à vitesse constante	6,1	6,1
1 550	1 559	2	Accélér.	6,1	34,8
1 559	1 597	2	Marche à vitesse constante	34,8	34,8
1 597	1 605	2	Décélér.	34,8	0,0
1 605	1 608	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 608	1 624	2	Accélér.	0,0	76,1
1 624	1 662	2	Marche à vitesse constante	76,1	76,1
1 662	1 675	2	Décélér.	76,1	0,0
1 675	1 678	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 678	1 686	2	Accélér.	0,0	22,8
1 686	1 689	2	Marche à vitesse constante	22,8	22,8
1 689	1 694	2	Décélér.	22,8	0,0
1 694	1 697	2	Levée de frein	0,0	0,0
1 697	1 707	2	Accélér.	0,0	41,6
1 707	1 753	2	Marche à vitesse constante	41,6	41,6
1 753	1 757	2	Décélér.	41,6	27,2
1 757	1 763	2	Marche à vitesse constante	27,2	27,2
1 763	1 773	2	Accélér.	27,2	47,9
1 773	1 804	2	Marche à vitesse constante	47,9	47,9
1 804	1 807	2	Décélér.	47,9	35,2
1 807	1 823	2	Marche à vitesse constante	35,2	35,2
1 823	1 828	2	Décélér.	35,2	20,1
1 828	1 831	2	Marche à vitesse constante	20,1	20,1
1 831	1 843	2	Accélér.	20,1	59,2

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
1 843	1 870	2	Marche à vitesse constante	59,2	59,2
1 870	1 873	2	Décélér.	59,2	49,5
1 873	1 876	2	Marche à vitesse constante	49,5	49,5
1 876	1 885	2	Accélér.	49,5	72,9
1 885	1 895	2	Marche à vitesse constante	72,9	72,9
1 895	1 898	2	Décélér.	72,9	62,0
1 898	1 901	2	Marche à vitesse constante	62,0	62,0
1 901	1 904	2	Accélér.	62,0	66,4
1 904	1 907	2	Marche à vitesse constante	66,4	66,4
1 907	1 910	2	Décélér.	66,4	57,4
1 910	1 913	2	Marche à vitesse constante	57,4	57,4
1 913	1 915	2	Accélér.	57,4	60,0
1 915	1 918	2	Marche à vitesse constante	60,0	60,0
1 918	1 921	2	Décélér.	60,0	52,1
1 921	1 937	2	Marche à vitesse constante	52,1	52,1
1 937	1 947	2	Accélér.	52,1	79,7
1 947	1 951	2	Marche à vitesse constante	79,7	79,7
1 951	1 954	2	Décélér.	79,7	72,1
1 954	1 959	2	Marche à vitesse constante	72,1	72,1
1 959	1 960	2	Accélér.	72,1	74,0
1 960	1 972	2	Marche à vitesse constante	74,0	74,0
1 972	1 978	2	Décélér.	74,0	52,4
1 978	2 062	2	Marche à vitesse constante	52,4	52,4
2 062	2 074	2	Décélér.	52,4	0,0
2 074	2 077	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 077	2 093	2	Accélér.	0,0	60,3
2 093	2 123	2	Marche à vitesse constante	60,3	60,3
2 123	2 133	2	Décélér.	60,3	0,0
2 133	2 137	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 137	2 152	2	Accélér.	0,0	62,9
2 152	2 187	2	Marche à vitesse constante	62,9	62,9
2 187	2 195	2	Décélér.	62,9	0,0
2 195	2 199	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 199	2 212	2	Accélér.	0,0	60,1
2 212	2 218	2	Marche à vitesse constante	60,1	60,1
2 218	2 229	2	Décélér.	60,1	15,2
2 229	2 233	2	Marche à vitesse constante	15,2	15,2
2 233	22 44	2	Accélér.	15,2	53,3

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
2 244	2 250	2	Marche à vitesse constante	53,3	53,3
2 250	2 261	2	Décélér.	53,3	0,0
2 261	2 266	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 266	2 272	2	Accélér.	0,0	20,7
2 272	2 520	2	Marche à vitesse constante	20,7	20,7
2 520	2 526	2	Décélér.	20,7	0,0
2 526	2 529	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 529	2 548	2	Accélér.	0,0	23,1
2 548	2 560	2	Marche à vitesse constante	23,1	23,1
2 560	2 567	2	Décélér.	23,1	5,6
2 567	2 570	2	Marche à vitesse constante	5,6	5,6
2 570	2 579	2	Accélér.	5,6	15,4
2 579	2 587	2	Marche à vitesse constante	15,4	15,4
2 587	2 591	2	Décélér.	15,4	4,4
2 591	2 594	2	Marche à vitesse constante	4,4	4,4
2 594	2 602	2	Accélér.	4,4	25,7
2 602	2 605	2	Marche à vitesse constante	25,7	25,7
2 605	2 611	2	Décélér.	25,7	7,2
2 611	2 614	2	Marche à vitesse constante	7,2	7,2
2 614	2 624	2	Accélér.	7,2	24,8
2 624	2 631	2	Marche à vitesse constante	24,8	24,8
2 631	2 634	2	Décélér.	24,8	16,7
2 634	2 637	2	Marche à vitesse constante	16,7	16,7
2 637	2 639	2	Accélér.	16,7	18,7
2 639	2 642	2	Marche à vitesse constante	18,7	18,7
2 642	2 650	2	Décélér.	18,7	0,0
2 650	2 655	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 655	2 669	2	Accélér.	0,0	46,6
2 669	2 672	2	Marche à vitesse constante	46,6	46,6
2 672	2 677	2	Décélér.	46,6	9,4
2 677	2 680	2	Marche à vitesse constante	9,4	9,4
2 680	2 690	2	Accélér.	9,4	52,0
2 690	2 698	2	Marche à vitesse constante	52,0	52,0
2 698	2 7 01	2	Décélér.	52,0	41,5
2 701	2 704	2	Marche à vitesse constante	41,5	41,5
2 704	2 708	2	Accélér.	41,5	49,9
2 708	2 714	2	Marche à vitesse constante	49,9	49,9
2 714	2 719	2	Décélér.	49,9	34,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
2 719	2 722	2	Marche à vitesse constante	34,0	34,0
2 722	2 728	2	Accélér.	34,0	49,0
2 728	2 738	2	Marche à vitesse constante	49,0	49,0
2 738	2 745	2	Décélér.	49,0	23,8
2 745	2 748	2	Marche à vitesse constante	23,8	23,8
2 748	2 754	2	Accélér.	23,8	41,6
2 754	2 759	2	Marche à vitesse constante	41,6	41,6
2 759	2 767	2	Décélér.	41,6	0,0
2 767	2 835	2	Levée de frein	0,0	0,0
2 835	2 883	3	Levée de frein	0,0	0,0
2 883	2 892	3	Accélér.	0,0	32,1
2 892	2 897	3	Marche à vitesse constante	32,1	32,1
2 897	2 903	3	Décélér.	32,1	5,5
2 903	2 906	3	Marche à vitesse constante	5,5	5,5
2 906	2 924	3	Accélér.	5,5	50,5
2 924	2 946	3	Marche à vitesse constante	50,5	50,5
2 946	2 949	3	Décélér.	50,5	42,8
2 949	2 952	3	Marche à vitesse constante	42,8	42,8
2 952	2 955	3	Accélér.	42,8	45,0
2 955	2 958	3	Marche à vitesse constante	45,0	45,0
2 958	2 963	3	Décélér.	45,0	29,8
2 963	2 966	3	Marche à vitesse constante	29,8	29,8
2 966	2 971	3	Décélér.	29,8	0,0
2 971	2 976	3	Levée de frein	0,0	0,0
2 976	3 001	3	Accélér.	0,0	49,2
3 001	3 006	3	Marche à vitesse constante	49,2	49,2
3 006	3 011	3	Décélér.	49,2	33,1
3 011	3 014	3	Marche à vitesse constante	33,1	33,1
3 014	3 025	3	Accélér.	33,1	56,2
3 025	3 032	3	Marche à vitesse constante	56,2	56,2
3 032	3 036	3	Décélér.	56,2	44,0
3 036	3 039	3	Marche à vitesse constante	44,0	44,0
3 039	3 049	3	Accélér.	44,0	59,0
3 049	3 053	3	Marche à vitesse constante	59,0	59,0
3 053	3 056	3	Décélér.	59,0	51,2
3 056	3 059	3	Marche à vitesse constante	51,2	51,2
3 059	3 062	3	Accélér.	51,2	55,0
3 062	3 078	3	Marche à vitesse constante	55,0	55,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
3 078	3 081	3	Décélér.	55,0	47,5
3 081	3 084	3	Marche à vitesse constante	47,5	47,5
3 084	3 093	3	Accélér.	47,5	59,5
3 093	3 096	3	Marche à vitesse constante	59,5	59,5
3 096	3 101	3	Décélér.	59,5	39,9
3 101	3 159	3	Marche à vitesse constante	39,9	39,9
3 159	3 165	3	Décélér.	39,9	14,2
3 165	3 168	3	Marche à vitesse constante	14,2	14,2
3 168	3 192	3	Accélér.	14,2	58,3
3 192	3 195	3	Marche à vitesse constante	58,3	58,3
3 195	3 201	3	Décélér.	58,3	34,8
3 201	3 257	3	Marche à vitesse constante	34,8	34,8
3 257	3 261	3	Accélér.	34,8	39,5
3 261	3 268	3	Marche à vitesse constante	39,5	39,5
3 268	3 271	3	Décélér.	39,5	30,0
3 271	3 274	3	Marche à vitesse constante	30,0	30,0
3 274	3 292	3	Accélér.	30,0	56,2
3 292	3 308	3	Marche à vitesse constante	56,2	56,2
3 308	3 311	3	Décélér.	56,2	46,0
3 311	3 314	3	Marche à vitesse constante	46,0	46,0
3 314	3 318	3	Accélér.	46,0	54,4
3 318	3 418	3	Marche à vitesse constante	54,4	54,4
3 418	3 422	3	Décélér.	54,4	40,4
3 422	3 432	3	Marche à vitesse constante	40,4	40,4
3 432	3 438	3	Accélér.	40,4	53,5
3 438	3 441	3	Marche à vitesse constante	53,5	53,5
3 441	3 445	3	Décélér.	53,5	40,8
3 445	3 480	3	Marche à vitesse constante	40,8	40,8
3 480	3 483	3	Décélér.	40,8	32,0
3 483	3 486	3	Marche à vitesse constante	32,0	32,0
3 486	3 489	3	Accélér.	32,0	34,7
3 489	3 492	3	Marche à vitesse constante	34,7	34,7
3 492	3 495	3	Décélér.	34,7	26,4
3 495	3 498	3	Marche à vitesse constante	26,4	26,4
3 498	3 514	3	Accélér.	26,4	50,6
3 514	3 557	3	Marche à vitesse constante	50,6	50,6
3 557	3 561	3	Décélér.	50,6	37,6
3 561	3 621	3	Marche à vitesse constante	37,6	37,6

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
3 621	3 626	3	Décélér.	37,6	22,4
3 626	3 629	3	Marche à vitesse constante	22,4	22,4
3 629	3 640	3	Accélér.	22,4	36,8
3 640	3 647	3	Marche à vitesse constante	36,8	36,8
3 647	3 651	3	Décélér.	36,8	22,9
3 651	3 654	3	Marche à vitesse constante	22,9	22,9
3 654	3 675	3	Accélér.	22,9	55,3
3 675	3 684	3	Marche à vitesse constante	55,3	55,3
3 684	3 688	3	Décélér.	55,3	39,5
3 688	3 692	3	Marche à vitesse constante	39,5	39,5
3 692	3 698	3	Décélér.	39,5	15,5
3 698	3 701	3	Marche à vitesse constante	15,5	15,5
3 701	3 717	3	Accélér.	15,5	44,3
3 717	3 729	3	Marche à vitesse constante	44,3	44,3
3 729	3 732	3	Décélér.	44,3	36,6
3 732	3 773	3	Marche à vitesse constante	36,6	36,6
3 773	3 778	3	Décélér.	36,6	20,8
3 778	3 796	3	Marche à vitesse constante	20,8	20,8
3 796	3 802	3	Accélér.	20,8	32,0
3 802	3 849	3	Marche à vitesse constante	32,0	32,0
3 849	3 852	3	Décélér.	32,0	24,8
3 852	3 855	3	Marche à vitesse constante	24,8	24,8
3 855	3 875	3	Accélér.	24,8	51,6
3 875	3 879	3	Marche à vitesse constante	51,6	51,6
3 879	3 883	3	Décélér.	51,6	39,3
3 883	3 895	3	Marche à vitesse constante	39,3	39,3
3 895	3 898	3	Décélér.	39,3	32,4
3 898	3 939	3	Marche à vitesse constante	32,4	32,4
3 939	3 946	3	Décélér.	32,4	0,0
3 946	3 947	3	Levée de frein	0,0	0,0
3 947	3 949	4	Levée de frein	0,0	0,0
3 949	3 966	4	Accélér.	0,0	75,8
3 966	4 001	4	Marche à vitesse constante	75,8	75,8
4 001	4 005	4	Décélér.	75,8	63,9
4 005	4 081	4	Marche à vitesse constante	63,9	63,9
4 081	4 086	4	Accélér.	63,9	72,4
4 086	4 089	4	Marche à vitesse constante	72,4	72,4
4 089	4 093	4	Décélér.	72,4	58,7

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
4 093	4 096	4	Marche à vitesse constante	58,7	58,7
4 096	4 104	4	Accélér.	58,7	65,9
4 104	4 118	4	Marche à vitesse constante	65,9	65,9
4 118	4 122	4	Décélér.	65,9	53,7
4 122	4 136	4	Marche à vitesse constante	53,7	53,7
4 136	4 137	4	Accélér.	53,7	54,9
4137	4 147	4	Marche à vitesse constante	54,9	54,9
4 147	4 157	4	Décélér.	54,9	0,0
4 157	4 164	4	Levée de frein	0,0	0,0
4 164	4 196	4	Accélér.	0,0	90,6
4 196	4 551	4	Marche à vitesse constante	90,6	90,6
4 551	4 566	4	Décélér.	90,6	0,0
4 566	4 570	4	Levée de frein	0,0	0,0
4 570	4 578	4	Accélér.	0,0	33,0
4 578	4 586	4	Marche à vitesse constante	33,0	33,0
4 586	4 601	4	Accélér.	33,0	75,0
4 601	4 612	4	Marche à vitesse constante	75,0	75,0
4 612	4 619	4	Accélér.	75,0	80,3
4 619	4 635	4	Marche à vitesse constante	80,3	80,3
4 635	4 653	4	Accélér.	80,3	95,6
4 653	4 668	4	Marche à vitesse constante	95,6	95,6
4 668	4 683	4	Décélér.	95,6	25,5
4 683	4 688	4	Marche à vitesse constante	25,5	25,5
4 688	4 714	4	Accélér.	25,5	98,4
4 714	5 004	4	Marche à vitesse constante	98,4	98,4
5 004	5 019	4	Décélér.	98,4	0,0
5 019	5 022	4	Levée de frein	0,0	0,0
5 022	5 060	4	Accélér.	0,0	82,8
5 060	5 071	4	Marche à vitesse constante	82,8	82,8
5 071	5 076	4	Décélér.	82,8	69,4
5 076	5 135	4	Marche à vitesse constante	69,4	69,4
5 135	5 149	4	Décélér.	69,4	10,1
5 149	5 152	4	Marche à vitesse constante	10,1	10,1
5 152	5 170	4	Accélér.	10,1	69,0
5 170	5 190	4	Marche à vitesse constante	69,0	69,0
5 190	5 193	4	Décélér.	69,0	61,7
5 193	5 290	4	Marche à vitesse constante	61,7	61,7
5 290	5 293	4	Accélér.	61,7	64,7

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
5 293	5 297	4	Marche à vitesse constante	64,7	64,7
5 297	5 300	4	Décélér.	64,7	57,8
5 300	5 314	4	Marche à vitesse constante	57,8	57,8
5 314	5 326	4	Décélér.	57,8	0,0
5 326	5 336	4	Levée de frein	0,0	0,0
5 336	5 342	4	Accélér.	0,0	20,7
5 342	5 350	4	Marche à vitesse constante	20,7	20,7
5 350	5 356	4	Décélér.	20,7	0,0
5 356	5 359	4	Levée de frein	0,0	0,0
5 359	5 378	4	Accélér.	0,0	23,1
5 378	5 390	4	Marche à vitesse constante	23,1	23,1
5 390	5 397	4	Décélér.	23,1	5,6
5 397	5 400	4	Marche à vitesse constante	5,6	5,6
5 400	5 409	4	Accélér.	5,6	15,4
5 409	5 417	4	Marche à vitesse constante	15,4	15,4
5 417	5 421	4	Décélér.	15,4	4,4
5 421	5 424	4	Marche à vitesse constante	4,4	4,4
5 424	5 432	4	Accélér.	4,4	25,7
5432	5 435	4	Marche à vitesse constante	25,7	25,7
5 435	5 441	4	Décélér.	25,7	7,2
5 441	5 444	4	Marche à vitesse constante	7,2	7,2
5 444	5 454	4	Accélér.	7,2	24,8
5 454	5 461	4	Marche à vitesse constante	24,8	24,8
5 461	5 464	4	Décélér.	24,8	16,7
5 464	5 467	4	Marche à vitesse constante	16,7	16,7
5 467	5 469	4	Accélér.	16,7	18,7
5 469	5 472	4	Marche à vitesse constante	18,7	18,7
5 472	5 480	4	Décélér.	18,7	0,0
5 480	5 484	4	Levée de frein	0,0	0,0
5 484	5 488	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 488	5 496	5	Accélér.	0,0	41,8
5 496	5 514	5	Marche à vitesse constante	41,8	41,8
5 514	5 524	5	Décélér.	41,8	0,0
5 524	5 527	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 527	5 542	5	Accélér.	0,0	34,6
5 542	5 554	5	Marche à vitesse constante	34,6	34,6
5 554	5 557	5	Décélér.	34,6	27,3
5 557	5 560	5	Marche à vitesse constante	27,3	27,3

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
5 560	5 568	5	Accélér.	27,3	43,5
5 568	5 571	5	Marche à vitesse constante	43,5	43,5
5 571	5 581	5	Décélér.	43,5	0,0
5 581	5 587	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 587	5 601	5	Accélér.	0,0	30,0
5 601	5 624	5	Marche à vitesse constante	30,0	30,0
5 624	5 629	5	Décélér.	30,0	13,6
5 629	5 632	5	Marche à vitesse constante	13,6	13,6
5 632	5 639	5	Accélér.	13,6	37,0
5 639	5 647	5	Marche à vitesse constante	37,0	37,0
5 647	5 656	5	Décélér.	37,0	0,0
5 656	5 713	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 713	5 734	5	Accélér.	0,0	41,2
5 734	5 749	5	Marche à vitesse constante	41,2	41,2
5 749	5 753	5	Décélér.	41,2	29,5
5 753	5 789	5	Marche à vitesse constante	29,5	29,5
5 789	5 792	5	Décélér.	29,5	18,0
5 792	5 795	5	Marche à vitesse constante	18,0	18,0
5 795	5 800	5	Décélér.	18,0	0,0
5 800	5 803	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 803	5 811	5	Accélér.	0,0	29,5
5 811	5 814	5	Marche à vitesse constante	29,5	29,5
5 814	5 817	5	Décélér.	29,5	22,1
5 817	5 820	5	Marche à vitesse constante	22,1	22,1
5 820	5 824	5	Décélér.	22,1	8,1
5 824	5 827	5	Marche à vitesse constante	8,1	8,1
5 827	5 832	5	Accélér.	8,1	16,9
5 832	5 844	5	Marche à vitesse constante	16,9	16,9
5 844	5 849	5	Décélér.	16,9	0,0
5 849	5 952	5	Levée de frein	0,0	0,0
5 952	5 958	5	Accélér.	0,0	14,4
5 958	5 965	5	Marche à vitesse constante	14,4	14,4
5 965	5 968	5	Décélér.	14,4	3,5
5 968	5 971	5	Marche à vitesse constante	3,5	3,5
5 971	6 010	5	Accélér.	3,5	56,4
6 010	6 074	5	Marche à vitesse constante	56,4	56,4
6 074	6 078	5	Décélér.	56,4	41,2
6 078	6 081	5	Marche à vitesse constante	41,2	41,2

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
6 081	6 088	5	Décélér.	41,2	13,9
6 088	6 091	5	Marche à vitesse constante	13,9	13,9
6 091	6 111	5	Accélér.	13,9	56,4
6 111	6 175	5	Marche à vitesse constante	56,4	56,4
6 175	6 180	5	Décélér.	56,4	41,3
6 180	6 183	5	Marche à vitesse constante	41,3	41,3
6 183	6 200	5	Accélér.	41,3	58,0
6 200	6 208	5	Marche à vitesse constante	58,0	58,0
6 208	6 213	5	Décélér.	58,0	39,6
6 213	6 248	5	Marche à vitesse constante	39,6	39,6
6 248	6 252	5	Décélér.	39,6	22,3
6 252	6 255	5	Marche à vitesse constante	22,3	22,3
6 255	6 258	5	Accélér.	22,3	26,7
6 258	6 320	5	Marche à vitesse constante	26,7	26,7
6 320	6 330	5	Décélér.	26,7	0,0
6 330	6 339	5	Levée de frein	0,0	0,0
6 339	6 425	5	Accélér.	0,0	105,2
6 425	6 872	5	Marche à vitesse constante	105,2	105,2
6 872	6 876	5	Décélér.	105,2	90,4
6876	6 884	5	Marche à vitesse constante	90,4	90,4
6 884	6 893	5	Accélér.	90,4	102,2
6 893	6 898	5	Marche à vitesse constante	102,2	102,2
6 898	6 901	5	Décélér.	102,2	91,6
6 901	6 923	5	Marche à vitesse constante	91,6	91,6
6 923	6 926	5	Accélér.	91,6	94,6
6 926	6 930	5	Marche à vitesse constante	94,6	94,6
6 930	6 932	5	Décélér.	94,6	87,2
6 932	6 953	5	Marche à vitesse constante	87,2	87,2
6 953	6 957	5	Décélér.	87,2	72,3
6 957	6 960	5	Marche à vitesse constante	72,3	72,3
6 960	6 973	5	Accélér.	72,3	84,8
6 973	6 977	5	Marche à vitesse constante	84,8	84,8
6 977	6 981	5	Décélér.	84,8	73,8
6 981	6 985	5	Marche à vitesse constante	73,8	73,8
6 985	6 995	5	Accélér.	73,8	87,8
6 995	6 999	5	Marche à vitesse constante	87,8	87,8
6 999	7 005	5	Décélér.	87,8	69,0
7 005	7 069	5	Marche à vitesse constante	69,0	69,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet n°	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
7 069	7 074	5	Décélér.	69,0	50,2
7 074	7 090	5	Marche à vitesse constante	50,2	50,2
7 090	7 104	5	Accélér.	50,2	83,5
7 104	7 114	5	Marche à vitesse constante	83,5	83,5
7 114	7 117	5	Décélér.	83,5	71,3
7 117	7 177	5	Marche à vitesse constante	71,3	71,3
7 177	7 182	5	Décélér.	71,3	53,5
7 182	7 185	5	Marche à vitesse constante	53,5	53,5
7 185	7 198	5	Accélér.	53,5	80,0
7 198	7 201	5	Marche à vitesse constante	80,0	80,0
7 201	7 205	5	Décélér.	80,0	66,0
7 205	7 346	5	Marche à vitesse constante	66,0	66,0
7 346	7 349	5	Décélér.	66,0	56,7
7 349	7 354	5	Marche à vitesse constante	56,7	56,7
7 354	7 368	5	Accélér.	56,7	83,9
7 368	7 381	5	Marche à vitesse constante	83,9	83,9
7 381	7 388	5	Décélér.	83,9	42,5
7 388	7 400	5	Marche à vitesse constante	42,5	42,5
7 400	7 414	5	Accélér.	42,5	73,8
7 414	7 442	5	Marche à vitesse constante	73,8	73,8
7 442	7 455	5	Décélér.	73,8	24,4
7 455	7 490	5	Marche à vitesse constante	24,4	24,4
7 490	7 496	5	Décélér.	24,4	0,0
7 496	7 503	5	Levée de frein	0,0	0,0
7 503	7 509	5	Accélér.	0,0	22,9
7 509	7 518	5	Marche à vitesse constante	22,9	22,9
7 518	7 522	5	Décélér.	22,9	13,5
7 522	7 525	5	Marche à vitesse constante	13,5	13,5
7 525	7 531	5	Accélér.	13,5	23,0
7 531	7 534	5	Marche à vitesse constante	23,0	23,0
7 534	7 537	5	Décélér.	23,0	15,4
7 537	7 540	5	Marche à vitesse constante	15,4	15,4
7 540	7 545	5	Accélér.	15,4	19,0
7 545	7 548	5	Marche à vitesse constante	19,0	19,0
7 548	7 551	5	Décélér.	19,0	12,2
7 551	7 554	5	Marche à vitesse constante	12,2	12,2
7 554	7 558	5	Accélér.	12,2	18,8
7 558	7 561	5	Marche à vitesse constante	18,8	18,8

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
7 561	7 567	5	Décélér.	18,8	0,0
7 567	7 688	5	Levée de frein	0,0	0,0
7 688	7 699	5	Accélér.	0,0	37,9
7 699	77 04	5	Marche à vitesse constante	37,9	37,9
7 704	7 709	5	Décélér.	37,9	24,4
7 709	77 48	5	Marche à vitesse constante	24,4	24,4
7 748	7 752	5	Décélér.	24,4	14,9
7 752	7 755	5	Marche à vitesse constante	14,9	14,9
7 755	7 764	5	Accélér.	14,9	45,3
7 764	7 769	5	Marche à vitesse constante	45,3	45,3
7 769	7 774	5	Décélér.	45,3	25,9
7 774	7 777	5	Marche à vitesse constante	25,9	25,9
7 777	7 787	5	Accélér.	25,9	40,6
7 787	7 795	5	Marche à vitesse constante	40,6	40,6
7 795	7 800	5	Décélér.	40,6	25,4
7 800	7 803	5	Marche à vitesse constante	25,4	25,4
7 803	7 814	5	Accélér.	25,4	37,2
7 814	7 817	5	Marche à vitesse constante	37,2	37,2
7 817	7 822	5	Décélér.	37,2	20,8
7 822	7 825	5	Marche à vitesse constante	20,8	20,8
7 825	7 829	5	Accélér.	20,8	26,3
7 829	7 883	5	Marche à vitesse constante	26,3	26,3
7 883	7 889	5	Décélér.	26,3	0,0
7 889	7 892	5	Levée de frein	0,0	0,0
7 892	7 904	5	Accélér.	0,0	53,4
7 904	7 907	5	Marche à vitesse constante	53,4	53,4
7 907	7 913	5	Décélér.	53,4	28,2
7 913	7 916	5	Marche à vitesse constante	28,2	28,2
7 916	7 926	5	Accélér.	28,2	42,6
7 926	7 941	5	Marche à vitesse constante	42,6	42,6
7 941	7 947	5	Décélér.	42,6	19,0
7 947	7 950	5	Marche à vitesse constante	19,0	19,0
7 950	7 962	5	Accélér.	19,0	57,1
7 962	7 973	5	Marche à vitesse constante	57,1	57,1
7 973	7 979	5	Décélér.	57,1	31,8
7 979	7 982	5	Marche à vitesse constante	31,8	31,8
7 982	7 988	5	Accélér.	31,8	50,0
7 988	8 064	5	Marche à vitesse constante	50,0	50,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
8 064	8 069	5	Décélér.	50,0	24,4
8 069	8 072	5	Marche à vitesse constante	24,4	24,4
8 072	8 078	5	Accélér.	24,4	58,2
8 078	8 081	5	Marche à vitesse constante	58,2	58,2
8 081	8 088	5	Décélér.	58,2	29,9
8 088	8 120	5	Marche à vitesse constante	29,9	29,9
8 120	8 123	5	Décélér.	29,9	21,2
8 123	8 126	5	Marche à vitesse constante	21,2	21,2
8 126	8 129	5	Accélér.	21,2	25,0
8 129	8 162	5	Marche à vitesse constante	25,0	25,0
8 162	8 165	5	Accélér.	25,0	32,6
8 165	8 168	5	Marche à vitesse constante	32,6	32,6
8 168	8 174	5	Décélér.	32,6	0,0
8 174	8 175	5	Levée de frein	0,0	0,0
8 175	8 177	6	Levée de frein	0,0	0,0
8 177	8 189	6	Accélér.	0,0	21,2
8 189	8413	6	Marche à vitesse constante	21,2	21,2
8413	8418	6	Décélér.	21,2	9,5
8418	8421	6	Marche à vitesse constante	9,5	9,5
8421	8425	6	Décélér.	9,5	0,0
8425	8483	6	Levée de frein	0,0	0,0
8483	8540	7	Levée de frein	0,0	0,0
8540	8547	7	Accélér.	0,0	35,1
8547	8552	7	Marche à vitesse constante	35,1	35,1
8552	8560	7	Décélér.	35,1	5,5
8 560	8 563	7	Marche à vitesse constante	5,5	5,5
8 563	8 577	7	Accélér.	5,5	16,5
8 577	8 609	7	Marche à vitesse constante	16,5	16,5
8 609	8 614	7	Décélér.	16,5	0,0
8 614	8 625	7	Levée de frein	0,0	0,0
8 625	8 670	7	Accélér.	0,0	96,9
8 670	9 081	7	Marche à vitesse constante	96,9	96,9
9 081	9 089	7	Décélér.	96,9	73,3
9 089	9 117	7	Marche à vitesse constante	73,3	73,3
9 117	9 127	7	Décélér.	73,3	20,1
9 127	9 130	7	Marche à vitesse constante	20,1	20,1
9 130	9 143	7	Accélér.	20,1	62,2
9 143	9 146	7	Marche à vitesse constante	62,2	62,2

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
9 146	9 155	7	Décélér.	62,2	6,6
9 155	9 158	7	Marche à vitesse constante	6,6	6,6
9 158	9 171	7	Accélér.	6,6	53,2
9 171	9 174	7	Marche à vitesse constante	53,2	53,2
9 174	9 187	7	Décélér.	53,2	0,0
9 187	9 188	7	Levée de frein	0,0	0,0
9 188	9 190	8	Levée de frein	0,0	0,0
9 190	9 238	8	Accélér.	0,0	83,6
9 238	9 264	8	Marche à vitesse constante	83,6	83,6
9 264	9 279	8	Décélér.	83,6	0,0
9 279	9 366	8	Levée de frein	0,0	0,0
9 366	9 372	8	Accélér.	0,0	23,9
9 372	9 375	8	Marche à vitesse constante	23,9	23,9
9 375	9 382	8	Décélér.	23,9	0,0
9 382	9 386	8	Levée de frein	0,0	0,0
9 386	9 402	8	Accélér.	0,0	65,3
9 402	9 427	8	Marche à vitesse constante	65,3	65,3
9 427	9 439	8	Décélér.	65,3	0,0
9 439	9 443	8	Levée de frein	0,0	0,0
9 443	9 453	8	Accélér.	0,0	40,5
9 453	9 489	8	Marche à vitesse constante	40,5	40,5
9 489	9 493	8	Décélér.	40,5	29,3
9 493	9 496	8	Marche à vitesse constante	29,3	29,3
9 496	9 516	8	Accélér.	29,3	63,0
9 516	9 812	8	Marche à vitesse constante	63,0	63,0
9 812	9 815	8	Décélér.	63,0	52,2
9 815	9 845	8	Marche à vitesse constante	52,2	52,2
9 845	9 848	8	Décélér.	52,2	44,6
9 848	9 851	8	Marche à vitesse constante	44,6	44,6
9 851	9 859	8	Accélér.	44,6	59,2
9 859	9 864	8	Marche à vitesse constante	59,2	59,2
9 864	9 869	8	Décélér.	59,2	45,2
9 869	9 872	8	Marche à vitesse constante	45,2	45,2
9 872	9 876	8	Accélér.	45,2	53,9
9 876	9 888	8	Marche à vitesse constante	53,9	53,9
9 888	9 898	8	Décélér.	53,9	0,0
9 898	9 899	8	Levée de frein	0,0	0,0
9 899	9 901	9	Levée de frein	0,0	0,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
9 901	9 909	9	Accélér.	0,0	19,1
9 909	10 036	9	Marche à vitesse constante	19,1	19,1
10 036	10 041	9	Décélér.	19,1	6,4
10 041	10 044	9	Marche à vitesse constante	6,4	6,4
10 044	10 046	9	Accélér.	6,4	10,5
10 046	10 049	9	Marche à vitesse constante	10,5	10,5
10 049	10 054	9	Décélér.	10,5	0,0
10 054	10 056	9	Levée de frein	0,0	0,0
10 056	10 066	9	Accélér.	0,0	29,6
10 066	10 273	9	Marche à vitesse constante	29,6	29,6
10 273	10 280	9	Décélér.	29,6	0,0
10 280	10 284	9	Levée de frein	0,0	0,0
10 284	10 294	9	Accélér.	0,0	24,3
10 294	10 453	9	Marche à vitesse constante	24,3	24,3
10 453	10 458	9	Décélér.	24,3	4,5
10 458	10 461	9	Marche à vitesse constante	4,5	4,5
10 461	10 469	9	Accélér.	4,5	27,8
10 469	10 475	9	Marche à vitesse constante	27,8	27,8
10 475	10 479	9	Décélér.	27,8	17,3
10 479	10 482	9	Marche à vitesse constante	17,3	17,3
10 482	10 486	9	Décélér.	17,3	6,5
10 486	10 489	9	Marche à vitesse constante	6,5	6,5
10 489	10 496	9	Accélér.	6,5	26,8
10 496	10 507	9	Marche à vitesse constante	26,8	26,8
10 507	10 514	9	Décélér.	26,8	0,0
10 514	10 554	9	Levée de frein	0,0	0,0
10 554	10 626	10	Levée de frein	0,0	0,0
10 626	10 632	10	Accélér.	0,0	27,5
10 632	10 638	10	Marche à vitesse constante	27,5	27,5
10 638	10 647	10	Décélér.	27,5	0,0
10 647	10 650	10	Levée de frein	0,0	0,0
10 650	10 663	10	Accélér.	0,0	39,0
10663	10 696	10	Marche à vitesse constante	39,0	39,0
10 696	10 700	10	Décélér.	39,0	29,0
10 700	10 707	10	Marche à vitesse constante	29,0	29,0
10 707	10 712	10	Accélér.	29,0	35,1
10 712	10 721	10	Marche à vitesse constante	35,1	35,1
10 721	10 725	10	Décélér.	35,1	24,5

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
10 725	10 728	10	Marche à vitesse constante	24,5	24,5
10 728	10 737	10	Accélér.	24,5	41,9
10 737	10 758	10	Marche à vitesse constante	41,9	41,9
10 758	10 761	10	Décélér.	41,9	34,1
10 761	10 764	10	Marche à vitesse constante	34,1	34,1
10 764	10 768	10	Accélér.	34,1	39,4
10 768	10 792	10	Marche à vitesse constante	39,4	39,4
10 792	10 797	10	Décélér.	39,4	24,9
10 797	10 800	10	Marche à vitesse constante	24,9	24,9
10 800	10 808	10	Accélér.	24,9	36,4
10 808	10 811	10	Marche à vitesse constante	36,4	36,4
10 811	10 822	10	Décélér.	36,4	0,0
10 822	10 825	10	Levée de frein	0,0	0,0
10 825	10 838	10	Accélér.	0,0	55,7
10 838	10 868	10	Marche à vitesse constante	55,7	55,7
10 868	10 879	10	Décélér.	55,7	0,0
10 879	10 888	10	Levée de frein	0,0	0,0
10 888	10 901	10	Accélér.	0,0	56,2
10 901	11 088	10	Marche à vitesse constante	56,2	56,2
11 088	11 101	10	Décélér.	56,2	0,0
11 101	11 104	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 104	11 114	10	Accélér.	0,0	43,6
11 114	11 117	10	Marche à vitesse constante	43,6	43,6
11 117	11 126	10	Décélér.	43,6	0,0
11 126	11 238	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 238	11 242	10	Accélér.	0,0	11,2
11 242	11 245	10	Marche à vitesse constante	11,2	11,2
11 245	11 249	10	Décélér.	11,2	4,1
11 249	11 252	10	Marche à vitesse constante	4,1	4,1
11 252	11 258	10	Accélér.	4,1	15,0
11 258	11 261	10	Marche à vitesse constante	15,0	15,0
11 261	11 265	10	Décélér.	15,0	6,2
11 265	11 268	10	Marche à vitesse constante	6,2	6,2
11 268	11 273	10	Accélér.	6,2	10,1
11 273	11 276	10	Marche à vitesse constante	10,1	10,1
11 276	11 281	10	Décélér.	10,1	0,0
11 281	11 284	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 284	11 293	10	Accélér.	0,0	31,3

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet n°	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
11 293	11 313	10	Marche à vitesse constante	31,3	31,3
11 313	11 316	10	Décélér.	31,3	23,8
11 316	11 348	10	Marche à vitesse constante	23,8	23,8
11 348	11 351	10	Décélér.	23,8	16,9
11 351	11 354	10	Marche à vitesse constante	16,9	16,9
11 354	11 361	10	Décélér.	16,9	0,0
11 361	11 364	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 364	11 373	10	Accélér.	0,0	40,0
11 373	11 512	10	Marche à vitesse constante	40,0	40,0
11 512	11 519	10	Décélér.	40,0	10,6
11 519	11 522	10	Marche à vitesse constante	10,6	10,6
11 522	11 528	10	Accélér.	10,6	15,6
11 528	11 541	10	Marche à vitesse constante	15,6	15,6
11 541	11 545	10	Décélér.	15,6	6,3
11 545	11 548	10	Marche à vitesse constante	6,3	6,3
11 548	11 552	10	Accélér.	6,3	15,6
11 552	11 557	10	Marche à vitesse constante	15,6	15,6
11 557	11 560	10	Décélér.	15,6	8,8
11 560	11 563	10	Marche à vitesse constante	8,8	8,8
11 563	11 567	10	Accélér.	8,8	13,1
11 567	11 574	10	Marche à vitesse constante	13,1	13,1
11 574	11 579	10	Décélér.	13,1	0,0
11 579	11 646	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 646	11 652	10	Accélér.	0,0	23,1
11 652	11 659	10	Marche à vitesse constante	23,1	23,1
11 659	11 662	10	Décélér.	23,1	15,0
11 662	11 665	10	Marche à vitesse constante	15,0	15,0
11 665	11 666	10	Accélér.	15,0	18,1
11 666	11 669	10	Marche à vitesse constante	18,1	18,1
11 669	11 671	10	Décélér.	18,1	13,6
11 671	11 674	10	Marche à vitesse constante	13,6	13,6
11 674	11 680	10	Accélér.	13,6	19,4
11 680	11684	10	Marche à vitesse constante	19,4	19,4
11 684	11 687	10	Décélér.	19,4	11,5
11 687	11 690	10	Marche à vitesse constante	11,5	11,5
11 690	11 694	10	Décélér.	11,5	0,0
11 694	11 830	10	Levée de frein	0,0	0,0
11 830	11 842	10	Accélér.	0,0	34,9

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
11 842	11 845	10	Marche à vitesse constante	34,9	34,9
11 845	11 848	10	Décélér.	34,9	27,9
11 848	11 851	10	Marche à vitesse constante	27,9	27,9
11 851	11 858	10	Accélér.	27,9	43,7
11 858	11 861	10	Marche à vitesse constante	43,7	43,7
11 861	11 865	10	Décélér.	43,7	32,1
11 865	11 868	10	Marche à vitesse constante	32,1	32,1
11 868	11 873	10	Décélér.	32,1	12,4
11 873	11 880	10	Marche à vitesse constante	12,4	12,4
11 880	11 884	10	Décélér.	12,4	0,0
11 884	12 054	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 054	12 064	10	Accélér.	0,0	14,7
12 064	12 067	10	Marche à vitesse constante	14,7	14,7
12 067	12 072	10	Décélér.	14,7	0,0
12 072	12 075	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 075	12 079	10	Accélér.	0,0	13,8
12 079	12 082	10	Marche à vitesse constante	13,8	13,8
12 082	12 086	10	Décélér.	13,8	0,0
12 086	12 096	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 096	12 100	10	Accélér.	0,0	12,4
12 100	12 103	10	Marche à vitesse constante	12,4	12,4
12 103	12 106	10	Décélér.	12,4	0,0
12 106	12 124	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 124	12 129	10	Accélér.	0,0	18,7
12 129	12 132	10	Marche à vitesse constante	18,7	18,7
12 132	12 140	10	Décélér.	18,7	0,0
12 140	12 173	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 173	12 178	10	Accélér.	0,0	18,4
12 178	12 181	10	Marche à vitesse constante	18,4	18,4
12 181	12 187	10	Décélér.	18,4	0,0
12 187	12 188	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 188	12 197	10	Accélér.	0,0	41,2
12 197	12 198	10	Marche à vitesse constante	41,2	41,2
12 198	12 202	10	Décélér.	41,2	30,4
12 202	12 208	10	Marche à vitesse constante	30,4	30,4
12 208	12 213	10	Décélér.	30,4	14,8
12 213	12 216	10	Marche à vitesse constante	14,8	14,8
12 216	12 231	10	Accélér.	14,8	50,5

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
12 231	12 267	10	Marche à vitesse constante	50,5	50,5
12 267	12 272	10	Décélér.	50,5	30,8
12 272	12 276	10	Marche à vitesse constante	30,8	30,8
12 276	12 284	10	Décélér.	30,8	0,0
12 284	12 328	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 328	12 333	10	Accélér.	0,0	12,4
12 333	12 336	10	Marche à vitesse constante	12,4	12,4
12 336	12 340	10	Décélér.	12,4	0,0
12 340	12 356	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 356	12 361	10	Accélér.	0,0	14,7
12 361	12 364	10	Marche à vitesse constante	14,7	14,7
12 364	12 368	10	Décélér.	14,7	0,0
12 368	12 371	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 371	12 376	10	Accélér.	0,0	18,7
12 376	12 461	10	Marche à vitesse constante	18,7	18,7
12 461	12 469	10	Décélér.	18,7	0,0
12 469	12 478	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 478	12 484	10	Accélér.	0,0	18,4
12 484	12 487	10	Marche à vitesse constante	18,4	18,4
12 487	12 493	10	Décélér.	18,4	0,0
12 493	12 503	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 503	12 507	10	Accélér.	0,0	13,8
12 507	12 510	10	Marche à vitesse constante	13,8	13,8
12 510	12 514	10	Décélér.	13,8	0,0
12 514	12 517	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 517	12 521	10	Accélér.	0,0	12,4
12 521	12 524	10	Marche à vitesse constante	12,4	12,4
12 524	12 528	10	Décélér.	12,4	0,0
12 528	12 544	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 544	12 549	10	Accélér.	0,0	14,7
12 549	12 552	10	Marche à vitesse constante	14,7	14,7
12 552	12 556	10	Décélér.	14,7	0,0
12 556	12 559	10	Levée de frein	0,0	0,0
12 559	12 602	10	Accélér.	0,0	105,0
12 602	12 614	10	Marche à vitesse constante	105,0	105,0
12 614	12 617	10	Décélér.	105,0	95,4
12 617	12 622	10	Marche à vitesse constante	95,4	95,4
12 622	12 626	10	Décélér.	95,4	82,4

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
12 626	12 629	10	Marche à vitesse constante	82,4	82,4
12 629	12 639	10	Accélér.	82,4	97,4
12 639	12 642	10	Marche à vitesse constante	97,4	97,4
12 642	12 646	10	Décélér.	97,4	82,7
12 646	12 651	10	Marche à vitesse constante	82,7	82,7
12 651	12 654	10	Décélér.	82,7	74,5
12 654	12 658	10	Marche à vitesse constante	74,5	74,5
12 658	12 668	10	Décélér.	74,5	38,7
12 668	12 671	10	Marche à vitesse constante	38,7	38,7
12 671	12 679	10	Accélér.	38,7	64,0
12 679	12 695	10	Marche à vitesse constante	64,0	64,0
12 695	12 702	10	Décélér.	64,0	25,9
12 702	12 705	10	Marche à vitesse constante	25,9	25,9
12 705	12 711	10	Accélér.	25,9	47,8
12 711	12 714	10	Marche à vitesse constante	47,8	47,8
12 714	12 718	10	Décélér.	47,8	36,0
12 718	12 721	10	Marche à vitesse constante	36,0	36,0
12 721	12 728	10	Accélér.	36,0	60,3
12 728	12 790	10	Marche à vitesse constante	60,3	60,3
12 790	12 796	10	Décélér.	60,3	36,4
12 796	12 799	10	Marche à vitesse constante	36,4	36,4
12 799	12 806	10	Accélér.	36,4	49,0
12 806	12 854	10	Marche à vitesse constante	49,0	49,0
12 854	12 858	10	Décélér.	49,0	37,0
12 858	12 861	10	Marche à vitesse constante	37,0	37,0
12 861	12 877	10	Accélér.	37,0	61,0
12 877	12 926	10	Marche à vitesse constante	61,0	61,0
12 926	12 932	10	Décélér.	61,0	28,0
12 932	12 938	10	Marche à vitesse constante	28,0	28,0
12 938	12 944	10	Accélér.	28,0	43,2
12 944	12 959	10	Marche à vitesse constante	43,2	43,2
12 959	12 965	10	Décélér.	43,2	25,0
12 965	12 968	10	Marche à vitesse constante	25,0	25,0
12 968	12 974	10	Accélér.	25,0	46,7
12 974	12 977	10	Marche à vitesse constante	46,7	46,7
12 977	12 980	10	Décélér.	46,7	37,9
12 980	12 983	10	Marche à vitesse constante	37,9	37,9
12 983	12 997	10	Accélér.	37,9	54,9

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet n°	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
12 997	13 053	10	Marche à vitesse constante	54,9	54,9
13 053	13 060	10	Décélér.	54,9	22,4
13 060	13 063	10	Marche à vitesse constante	22,4	22,4
13 063	13 067	10	Accélér.	22,4	26,2
13 067	13 072	10	Marche à vitesse constante	26,2	26,2
13 072	13 075	10	Décélér.	26,2	18,6
13 075	13 078	10	Marche à vitesse constante	18,6	18,6
13 078	13 080	10	Accélér.	18,6	20,1
13 080	13 084	10	Marche à vitesse constante	20,1	20,1
13 084	13 090	10	Décélér.	20,1	7,0
13 090	13 093	10	Marche à vitesse constante	7,0	7,0
13 093	13 097	10	Décélér.	7,0	0,0
13 097	13 100	10	Levée de frein	0,0	0,0
13 100	13 112	10	Accélér.	0,0	28,0
13 112	13 175	10	Marche à vitesse constante	28,0	28,0
13 175	13 179	10	Décélér.	28,0	16,3
13 179	13 182	10	Marche à vitesse constante	16,3	16,3
13 182	13 185	10	Accélér.	16,3	18,6
13 185	13 188	10	Marche à vitesse constante	18,6	18,6
13 188	13 192	10	Décélér.	18,6	7,6
13 192	13 195	10	Marche à vitesse constante	7,6	7,6
13 195	13 207	10	Accélér.	7,6	28,7
13 207	13 273	10	Marche à vitesse constante	28,7	28,7
13 273	13 278	10	Décélér.	28,7	14,6
13 278	13 281	10	Marche à vitesse constante	14,6	14,6
13 281	13 286	10	Accélér.	14,6	22,9
13 286	13 290	10	Marche à vitesse constante	22,9	22,9
13 290	13 294	10	Décélér.	22,9	12,0
13 294	13 297	10	Marche à vitesse constante	12,0	12,0
13 297	13 314	10	Accélér.	12,0	46,0
13 314	13 334	10	Marche à vitesse constante	46,0	46,0
13 334	13 344	10	Décélér.	46,0	0,0
13 344	13 347	10	Levée de frein	0,0	0,0
13 347	13 364	10	Accélér.	0,0	46,2
13 364	13 379	10	Marche à vitesse constante	46,2	46,2
13 379	13 384	10	Décélér.	46,2	32,1
13 384	13 408	10	Marche à vitesse constante	32,1	32,1
13 408	13 412	10	Décélér.	32,1	20,8

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
13 412	13 442	10	Marche à vitesse constante	20,8	20,8
13 442	13 445	10	Décélér.	20,8	12,4
13 445	13 448	10	Marche à vitesse constante	12,4	12,4
13 448	13 460	10	Accélér.	12,4	42,5
13 460	13 482	10	Marche à vitesse constante	42,5	42,5
13 482	13 488	10	Décélér.	42,5	17,8
13 488	13 491	10	Marche à vitesse constante	17,8	17,8
13 491	13 495	10	Accélér.	17,8	22,7
13 495	13 498	10	Marche à vitesse constante	22,7	22,7
13 498	13 506	10	Décélér.	22,7	0,0
13 506	13 509	10	Levée de frein	0,0	0,0
13 509	13 518	10	Accélér.	0,0	25,0
13 518	13 521	10	Marche à vitesse constante	25,0	25,0
13 521	13 524	10	Décélér.	25,0	17,2
13 524	13 527	10	Marche à vitesse constante	17,2	17,2
13 527	13 532	10	Accélér.	17,2	30,9
13 532	13 535	10	Marche à vitesse constante	30,9	30,9
13 535	13 539	10	Décélér.	30,9	16,7
13 539	13 542	10	Marche à vitesse constante	16,7	16,7
13 542	13 548	10	Accélér.	16,7	43,0
13 548	13 578	10	Marche à vitesse constante	43,0	43,0
13 578	13 583	10	Décélér.	43,0	29,8
13 583	13 586	10	Marche à vitesse constante	29,8	29,8
13 586	13 598	10	Accélér.	29,8	58,8
13 598	13 633	10	Marche à vitesse constante	58,8	58,8
13 633	13 636	10	Décélér.	58,8	48,7
13 636	13 639	10	Marche à vitesse constante	48,7	48,7
13 639	13 645	10	Décélér.	48,7	23,8
13 645	13 648	10	Marche à vitesse constante	23,8	23,8
13 648	13 654	10	Accélér.	23,8	44,3
13 654	13 676	10	Marche à vitesse constante	44,3	44,3
13 676	13 681	10	Décélér.	44,3	30,3
13 681	13 684	10	Marche à vitesse constante	30,3	30,3
13 684	13 689	10	Accélér.	30,3	41,4
13 689	13 716	10	Marche à vitesse constante	41,4	41,4
13 716	13 720	10	Décélér.	41,4	28,4
13 720	13 723	10	Marche à vitesse constante	28,4	28,4
13 723	13 730	10	Accélér.	28,4	51,4

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
13 730	13 739	10	Marche à vitesse constante	51,4	51,4
13 739	13 745	10	Décélér.	51,4	32,0
13 745	13 748	10	Marche à vitesse constante	32,0	32,0
13 748	13 754	10	Décélér.	32,0	10,0
13 754	13 760	10	Marche à vitesse constante	10,0	10,0
13 760	13 765	10	Décélér.	10,0	0,0
13 765	13 768	10	Levée de frein	0,0	0,0
13 768	13 772	10	Accélér.	0,0	16,3
13 772	13 775	10	Marche à vitesse constante	16,3	16,3
13 775	13 780	10	Décélér.	16,3	0,0
13 780	13 783	10	Levée de frein	0,0	0,0
13 783	13 796	10	Accélér.	0,0	45,8
13 796	13 817	10	Marche à vitesse constante	45,8	45,8
13 817	13 822	10	Décélér.	45,8	28,6
13 822	13 825	10	Marche à vitesse constante	28,6	28,6
13 825	13 833	10	Accélér.	28,6	40,9
13 833	13 836	10	Marche à vitesse constante	40,9	40,9
13 836	13 841	10	Décélér.	40,9	25,4
13 841	13 844	10	Marche à vitesse constante	25,4	25,4
13 844	13 850	10	Accélér.	25,4	41,1
13 850	13 853	10	Marche à vitesse constante	41,1	41,1
13 853	13 856	10	Décélér.	41,1	30,7
13 856	13 862	10	Marche à vitesse constante	30,7	30,7
13 862	13 865	10	Décélér.	30,7	22,1
13 865	13 868	10	Marche à vitesse constante	22,1	22,1
13 868	13 873	10	Accélér.	22,1	28,2
13 873	13 878	10	Marche à vitesse constante	28,2	28,2
13 878	138 81	10	Décélér.	28,2	21,2
13 881	13 947	10	Marche à vitesse constante	21,2	21,2
13 947	13 953	10	Accélér.	21,2	37,6
13 953	13 956	10	Marche à vitesse constante	37,6	37,6
13 956	13 959	10	Décélér.	37,6	29,8
13 959	13 962	10	Marche à vitesse constante	29,8	29,8
13 962	13 972	10	Accélér.	29,8	42,8
13 972	13 975	10	Marche à vitesse constante	42,8	42,8
13 975	13 978	10	Décélér.	42,8	34,5
13 978	13 981	10	Marche à vitesse constante	34,5	34,5
13 981	13 988	10	Accélér.	34,5	50,6

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet nº	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
13 988	13 994	10	Marche à vitesse constante	50,6	50,6
13 994	14 001	10	Décélér.	50,6	21,2
14 001	14 004	10	Marche à vitesse constante	21,2	21,2
14 004	14 016	10	Accélér.	21,2	49,9
14 016	14 019	10	Marche à vitesse constante	49,9	49,9
14 019	14 025	10	Décélér.	49,9	25,2
14 025	14 028	10	Marche à vitesse constante	25,2	25,2
14 028	14 031	10	Accélér.	25,2	38,8
14 031	14 034	10	Marche à vitesse constante	38,8	38,8
14 034	14 040	10	Décélér.	38,8	19,6
14 040	14 113	10	Marche à vitesse constante	19,6	19,6
14 113	14 118	10	Accélér.	19,6	30,8
14 118	14 121	10	Marche à vitesse constante	30,8	30,8
14 121	14 127	10	Décélér.	30,8	10,2
14 127	14 130	10	Marche à vitesse constante	10,2	10,2
14 130	14 135	10	Accélér.	10,2	26,3
14 135	14 138	10	Marche à vitesse constante	26,3	26,3
14 138	14 142	10	Décélér.	26,3	16,5
14 142	14 145	10	Marche à vitesse constante	16,5	16,5
14 145	14 147	10	Accélér.	16,5	19,0
14 147	14 150	10	Marche à vitesse constante	19,0	19,0
14 150	14 154	10	Décélér.	19,0	7,6
14 154	14 157	10	Marche à vitesse constante	7,6	7,6
14 157	14 161	10	Décélér.	7,6	0,0
14 161	14 164	10	Levée de frein	0,0	0,0
14 164	14 172	10	Accélér.	0,0	32,2
14 172	14 175	10	Marche à vitesse constante	32,2	32,2
14 175	14 180	10	Décélér.	32,2	13,6
14 180	14 189	10	Marche à vitesse constante	13,6	13,6
14 189	14 195	10	Décélér.	13,6	0,0
14 195	14 257	10	Levée de frein	0,0	0,0
14 257	14 263	10	Accélér.	0,0	24,9
14 263	14 266	10	Marche à vitesse constante	24,9	24,9
14 266	14 270	10	Décélér.	24,9	10,9
14 270	14 277	10	Marche à vitesse constante	10,9	10,9
14 277	14 281	10	Décélér.	10,9	0,0
14 281	14 284	10	Levée de frein	0,0	0,0
14 284	14 287	10	Accélér.	0,0	11,0

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet n°	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
14 287	14 290	10	Marche à vitesse constante	11,0	11,0
14 290	14 294	10	Décélér.	11,0	0,0
14 294	14 296	10	Levée de frein	0,0	0,0
14 296	14 310	10	Accélér.	0,0	64,9
14 310	14 325	10	Marche à vitesse constante	64,9	64,9
14 325	14 333	10	Décélér.	64,9	25,5
14 333	14 336	10	Marche à vitesse constante	25,5	25,5
14 336	14 360	10	Accélér.	25,5	112,0
14 360	14 992	10	Marche à vitesse constante	112,0	112,0
14 992	15 001	10	Décélér.	112,0	56,1
15 001	15 004	10	Marche à vitesse constante	56,1	56,1
15 004	15 010	10	Accélér.	56,1	68,2
15 010	15 013	10	Marche à vitesse constante	68,2	68,2
15 013	15 021	10	Décélér.	68,2	12,0
15 021	15 024	10	Marche à vitesse constante	12,0	12,0
15 024	15 045	10	Accélér.	12,0	80,9
15 045	15 048	10	Marche à vitesse constante	80,9	80,9
15 048	15 057	10	Décélér.	80,9	35,3
15 057	15 060	10	Marche à vitesse constante	35,3	35,3
15 060	15 073	10	Accélér.	35,3	73,4
15 073	15 076	10	Marche à vitesse constante	73,4	73,4
15 076	15 083	10	Décélér.	73,4	39,3
15 083	15 086	10	Marche à vitesse constante	39,3	39,3
15 086	15 098	10	Décélér.	39,3	0,0
15 098	15 102	10	Levée de frein	0,0	0,0
15 102	15 148	10	Accélér.	0,0	132,5
15 148	15 457	10	Marche à vitesse constante	132,5	132,5
15 457	15 472	10	Décélér.	132,5	34,0
15 472	15 475	10	Marche à vitesse constante	34,0	34,0
15 475	15 479	10	Accélér.	34,0	41,6
15 479	15 482	10	Marche à vitesse constante	41,6	41,6
15 482	15 491	10	Décélér.	41,6	0,0
15 491	15 542	10	Levée de frein	0,0	0,0
15 542	15 557	10	Accélér.	0,0	33,1
15 557	15 584	10	Marche à vitesse constante	33,1	33,1
15 584	15 590	10	Décélér.	33,1	6,3
15 590	15 593	10	Marche à vitesse constante	6,3	6,3
15 593	15 605	10	Accélér.	6,3	37,6

Heure de début de la manœuvre [s]	Heure de fin de la manœuvre [s]	Trajet n°	Type de manœuvre	Vitesse initiale [km/h]	Vitesse finale [km/h]
15 605	15 625	10	Marche à vitesse constante	37,6	37,6
15 625	15 636	10	Décélér.	37,6	0,0
15 636	15 639	10	Levée de frein	0,0	0,0
15 639	15 654	10	Accélér.	0,0	52,0
15 654	15 664	10	Marche à vitesse constante	52,0	52,0
15 664	15 675	10	Décélér.	52,0	0,0
15 675	15 676	10	Levée de frein	0,0	0,0
15 676	15 690	10	Accélér.	0,0	50,6
15 690	15 717	10	Marche à vitesse constante	50,6	50,6
15 717	15 724	10	Décélér.	50,6	22,9
15 724	15 727	10	Marche à vitesse constante	22,9	22,9
15 727	15 738	10	Accélér.	22,9	47,7
15 738	15 742	10	Marche à vitesse constante	47,7	47,7
15 742	15 749	10	Décélér.	47,7	23,4
15 749	15 752	10	Marche à vitesse constante	23,4	23,4
15 752	15 769	10	Accélér.	23,4	45,9
15 769	15 791	10	Marche à vitesse constante	45,9	45,9
15 791	15 797	10	Décélér.	45,9	23,6
15 797	15 802	10	Marche à vitesse constante	23,6	23,6
15 802	15 808	10	Accélér.	23,6	37,6
15 808	15 815	10	Marche à vitesse constante	37,6	37,6
15 815	15 822	10	Décélér.	37,6	0,0
15 822	15 826	10	Levée de frein	0,0	0,0

Annexe 4 – Appendice 2

Manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP

Trajet n°	Manœuvre de freinage n°	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
1	1	18	24	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
1	2	58	65	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
1	3	85	89	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
1	4	103	109	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
1	5	129	132	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
1	6	140	149	9,0	18,7	0,0	0,577	23,36	13,49
1	7	177	183	6,0	32,5	0,0	1,506	27,11	40,75
1	8	298	303	5,0	27,5	11,8	0,872	27,31	23,80
1	9	314	320	6,0	29,4	9,7	0,915	32,59	29,72
1	10	341	347	6,0	31,9	9,5	1,037	34,47	35,78
1	11	361	366	5,0	14,7	0,0	0,814	10,18	8,34
1	12	384	388	4,0	59,5	47,6	0,820	59,50	49,17
1	13	402	406	4,0	47,6	36,2	0,793	46,59	36,86
1	14	486	490	4,0	38,2	25,5	0,881	35,42	31,21
1	15	493	496	3,0	25,5	18,4	0,659	18,32	12,03
1	16	499	505	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
1	17	543	552	9,0	42,3	0,0	1,306	52,88	69,03
1	18	566	576	10,0	42,1	0,0	1,170	58,48	68,38
1	19	592	595	3,0	31,3	12,5	1,746	18,25	31,77
1	20	600	605	5,0	12,5	0,0	0,693	8,66	6,03
1	21	647	657	10,0	45,3	0,0	1,258	62,88	79,17
1	22	673	683	10,0	45,5	0,0	1,265	63,25	79,87
1	23	726	733	7,0	40,7	12,8	1,109	52,03	57,59
1	24	747	751	4,0	59,6	46,7	0,893	59,04	52,90
1	25	768	777	9,0	48,6	0,0	1,500	60,77	91,13
1	26	941	945	4,0	23,7	9,8	0,969	18,60	17,96
1	27	974	983	9,0	37,5	0,0	1,157	46,86	54,25
1	28	996	1 005	9,0	37,7	0,0	1,164	47,14	54,83
1	29	1 016	1 021	5,0	18,6	0,0	1,036	12,95	13,35
2	30	1 122	1 126	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
2	31	1 147	1 151	4,0	34,2	18,9	1,059	29,52	31,34
2	32	1 174	1 178	4,0	32,9	23,3	0,664	31,19	20,81
2	33	1 188	1 191	3,0	25,6	18,5	0,653	18,37	12,08
2	34	1 209	1 217	8,0	38,7	0,0	1,343	42,98	57,78

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
2	35	1 253	1 256	3,0	48,4	40,6	0,728	37,09	26,78
2	36	1 282	1 286	4,0	42,4	30,3	0,840	40,41	33,94
2	37	1 290	1 295	5,0	30,3	13,7	0,921	30,60	28,18
2	38	1 319	1 325	6,0	40,0	20,0	0,929	49,98	46,30
2	39	1 334	1 338	4,0	29,7	18,9	0,747	26,98	20,25
2	40	1 448	1 451	3,0	24,5	17,5	0,643	17,51	11,34
2	41	1 482	1 491	9,0	42,0	0,0	1,296	52,49	68,06
2	42	1 515	1 519	4,0	22,0	11,8	0,704	18,77	13,30
2	43	1 539	1 547	8,0	32,4	6,1	0,915	42,81	39,06
2	44	1 597	1 605	8,0	34,8	0,0	1,208	38,66	46,72
2	45	1 662	1 675	13,0	76,1	0,0	1,626	137,41	223,43
2	46	1 689	1 694	5,0	22,8	0,0	1,269	15,86	20,06
2	47	1 753	1 757	4,0	41,6	27,2	0,995	38,23	38,22
2	48	1 804	1 807	3,0	47,9	35,2	1,177	34,59	40,72
2	49	1 823	1 828	5,0	35,2	20,1	0,836	38,37	32,22
2	50	1 870	1 873	3,0	59,2	49,5	0,904	45,29	40,68
2	51	1 895	1 898	3,0	72,9	62,0	1,010	56,23	56,73
2	52	1 907	1 910	3,0	66,4	57,4	0,828	51,58	42,99
2	53	1 918	1 921	3,0	60,0	52,1	0,727	46,71	34,17
2	54	1 951	1 954	3,0	79,7	72,1	0,697	63,26	44,51
2	55	1 972	1 978	6,0	74,0	52,4	0,999	105,35	105,33
2	56	2 062	2 074	12,0	52,4	0,0	1,213	87,37	105,93
2	57	2 123	2 133	10,0	60,3	0,0	1,676	83,80	140,28
2	58	2 187	2 195	8,0	62,9	0,0	2,183	69,86	152,64
2	59	2 218	2 229	11,0	60,1	15,2	1,133	115,11	130,44
2	60	2 250	2 261	11,0	53,3	0,0	1,345	81,39	109,60
2	61	2 520	2 526	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
2	62	2 560	2 567	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
2	63	2 587	2 591	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
2	64	2 605	2 611	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
2	65	2 631	2 634	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
2	66	2 642	2 650	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
2	67	2 672	2 677	5,0	46,6	9,4	2,070	38,89	80,37
2	68	2698	2 701	3,0	52,0	41,5	0,970	38,99	37,88
2	69	2 714	2 719	5,0	49,9	34,0	0,884	58,20	51,47
2	70	2 738	2 745	7,0	49,0	23,8	0,998	70,76	70,78

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
2	71	2 759	2 767	8,0	41,6	0,0	1,446	46,26	66,77
3	72	2 897	2 903	6,0	32,1	5,5	1,232	31,37	38,59
3	73	2 946	2 949	3,0	50,5	42,8	0,714	38,91	27,72
3	74	2 958	2 963	5,0	45,0	29,8	0,843	51,91	43,86
3	75	2 966	2 971	5,0	29,8	0,0	1,655	20,68	34,26
3	76	3 006	3 011	5,0	49,2	33,1	0,893	57,16	51,12
3	77	3 032	3 036	4,0	56,2	44,0	0,841	55,66	47,16
3	78	3 053	3 056	3,0	59,0	51,2	0,722	45,95	33,16
3	79	3 078	3 081	3,0	55,0	47,5	0,692	42,72	29,66
3	80	3 096	3 101	5,0	59,5	39,9	1,085	69,02	75,16
3	81	3 159	3 165	6,0	39,9	14,2	1,189	45,14	53,64
3	82	3 195	3 201	6,0	58,3	34,8	1,086	77,60	84,41
3	83	3 268	3 271	3,0	39,5	30,0	0,882	28,98	25,47
3	84	3 308	3 311	3,0	56,2	46,0	0,943	42,56	40,22
3	85	3 418	3 422	4,0	54,4	40,4	0,974	52,67	51,20
3	86	3 441	3 445	4,0	53,5	40,8	0,885	52,37	46,20
3	87	3 480	3 483	3,0	40,8	32,0	0,815	30,30	24,72
3	88	3 492	3 495	3,0	34,7	26,4	0,776	25,45	19,57
3	89	3 557	3 561	4,0	50,6	37,6	0,900	48,97	44,24
3	90	3 621	3 626	5,0	37,6	22,4	0,842	41,68	35,19
3	91	3 647	3 651	4,0	36,8	22,9	0,964	33,20	32,02
3	92	3 684	3 688	4,0	55,3	39,5	1,099	52,67	57,79
3	93	3 692	3 698	6,0	39,5	15,5	1,111	45,82	50,93
3	94	3 729	3 732	3,0	44,3	36,6	0,710	33,68	24,03
3	95	3 773	3 778	5,0	36,6	20,8	0,879	39,82	34,99
3	96	3 849	3 852	3,0	32,0	24,8	0,662	23,67	15,78
3	97	3 879	3 883	4,0	51,6	39,3	0,858	50,49	43,14
3	98	3 895	3 898	3,0	39,3	32,4	0,634	29,86	19,09
3	99	3 939	3 946	7,0	32,4	0,0	1,286	31,51	40,50
4	100	4 001	4 005	4,0	75,8	63,9	0,832	77,61	64,14
4	101	4 089	4 093	4,0	72,4	58,7	0,958	72,83	69,29
4	102	4 118	4 122	4,0	65,9	53,7	0,849	66,48	56,29
4	103	4 147	4 157	10,0	54,9	0,0	1,524	76,18	116,28
4	104	4 551	4 566	15,0	90,6	0,0	1,677	188,65	316,68
4	105	4 668	4 683	15,0	95,6	25,5	1,299	252,30	327,51
4	106	5 004	5 019	15,0	98,4	0,0	1,822	204,95	373,56

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
4	107	5 071	5 076	5,0	82,8	69,4	0,748	105,67	78,68
4	108	5 135	5 149	14,0	69,4	10,1	1,176	154,45	181,88
4	109	5 190	5 193	3,0	69,0	61,7	0,673	54,48	36,81
4	110	5 297	5 300	3,0	64,7	57,8	0,641	51,07	32,61
4	111	5 314	5 326	12,0	57,8	0,0	1,338	96,37	128,89
4	112	5 350	5 356	6,0	20,7	0,0	0,958	17,24	16,53
4	113	5 390	5 397	7,0	23,1	5,6	0,695	27,88	19,38
4	114	5 417	5 421	4,0	15,4	4,4	0,760	11,01	8,40
4	115	5 435	5 441	6,0	25,7	7,2	0,857	27,47	23,48
4	116	5 461	5 464	3,0	24,8	16,7	0,748	17,28	12,97
4	117	5 472	5 480	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
5	118	5 514	5 524	10,0	41,8	0,0	1,160	57,99	67,41
5	119	5 554	5 557	3,0	34,6	27,3	0,680	25,79	17,43
5	120	5 571	5 581	10,0	43,5	0,0	1,207	60,36	73,00
5	121	5 624	5 629	5,0	30,0	13,6	0,913	30,29	27,59
5	122	5 647	5 656	9,0	37,0	0,0	1,140	46,19	52,82
5	123	5 749	5 753	4,0	41,2	29,5	0,812	39,29	31,91
5	124	5 789	5 792	3,0	29,5	18,0	1,066	19,80	21,07
5	125	5 795	5 800	5,0	18,0	0,0	1,000	12,50	12,50
5	126	5 814	5 817	3,0	29,5	22,1	0,677	21,50	14,73
5	127	5 820	5 824	4,0	22,1	8,1	0,974	16,81	16,31
5	128	5 844	5 849	5,0	16,9	0,0	0,939	11,74	11,02
5	129	5 965	5 968	3,0	14,4	3,5	1,007	7,44	7,53
5	130	6 074	6 078	4,0	56,4	41,2	1,061	54,21	57,23
5	131	6 081	6 088	7,0	41,2	13,9	1,083	53,47	58,03
5	132	6 175	6 180	5,0	56,4	41,3	0,835	67,83	56,92
5	133	6 208	6 213	5,0	58,0	39,6	1,020	67,74	69,28
5	134	6 248	6 252	4,0	39,6	22,3	1,199	34,40	41,31
5	135	6 320	6 330	10,0	26,7	0,0	0,741	37,06	27,50
5	136	6 872	6 876	4,0	105,2	90,4	1,028	108,66	111,69
5	137	6 898	6 901	3,0	102,2	91,6	0,977	80,77	79,25
5	138	6 930	6 932	2,0	94,6	87,2	1,039	50,50	51,90
5	139	6 953	6 957	4,0	87,2	72,3	1,031	88,60	91,69
5	140	6 977	6 981	4,0	84,8	73,8	0,766	88,11	67,31
5	141	6 999	7 005	6,0	87,8	69,0	0,871	130,61	113,73
5	142	7 069	7 074	5,0	69,0	50,2	1,039	82,77	86,46

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
5	143	7 114	7 117	3,0	83,5	71,3	1,128	64,49	72,86
5	144	7 177	7 182	5,0	71,3	53,5	0,991	86,64	85,70
5	145	7 201	7 205	4,0	80,0	66,0	0,974	81,14	78,86
5	146	7 346	7 349	3,0	66,0	56,7	0,859	51,14	44,02
5	147	7 381	7 388	7,0	83,9	42,5	1,642	122,89	201,89
5	148	7 442	7 455	13,0	73,8	24,4	1,056	177,40	187,16
5	149	7 490	7 496	6,0	24,4	0,0	1,130	20,34	22,97
5	150	7 518	7 522	4,0	22,9	13,5	0,651	20,19	13,20
5	151	7 534	7 537	3,0	23,0	15,4	0,702	16,02	11,26
5	152	7 548	7 551	3,0	19,0	12,2	0,631	12,99	8,19
5	153	7 561	7 567	6,0	18,8	0,0	0,869	15,65	13,64
5	154	7 704	7 709	5,0	37,9	24,4	0,750	43,29	32,45
5	155	7 748	7 752	4,0	24,4	14,9	0,661	21,85	14,40
5	156	7 769	7 774	5,0	45,3	25,9	1,075	49,44	53,29
5	157	7 795	7 800	5,0	40,6	25,4	0,849	45,84	38,70
5	158	7 817	7 822	5,0	37,2	20,8	0,913	40,30	36,70
5	159	7 883	7 889	6,0	26,3	0,0	1,215	21,88	26,69
5	160	7 907	7 913	6,0	53,4	28,2	1,167	67,98	79,33
5	161	7 941	7 947	6,0	42,6	19,0	1,093	51,27	56,09
5	162	7 973	7 979	6,0	57,1	31,8	1,170	74,11	86,77
5	163	8 064	8 069	5,0	50,0	24,4	1,422	51,67	73,48
5	164	8 081	8 088	7,0	58,2	29,9	1,123	85,65	96,19
5	165	8 120	8 123	3,0	29,9	21,2	0,803	21,31	17,15
5	166	8 168	8 174	6,0	32,6	0,0	1,507	27,13	41,00
6	167	8 413	8 418	5,0	21,2	9,5	0,653	21,29	13,86
6	168	8 421	8 425	4,0	9,5	0,0	0,656	5,25	3,48
7	169	8 552	8 560	8,0	35,1	5,5	1,028	45,06	46,36
7	170	8 609	8 614	5,0	16,5	0,0	0,915	11,44	10,50
7	171	9 081	9 089	8,0	96,9	73,3	0,821	189,13	154,97
7	172	9 117	9 127	10,0	73,3	20,1	1,477	129,73	191,70
7	173	9 146	9 155	9,0	62,2	6,6	1,716	86,05	147,58
7	174	9 174	9 187	13,0	53,2	0,0	1,137	96,11	109,19
8	175	9 264	9 279	15,0	83,6	0,0	1,549	174,24	269,64
8	176	9 375	9 382	7,0	23,9	0,0	0,946	23,19	22,04
8	177	9 427	9 439	12,0	65,3	0,0	1,512	108,86	164,51
8	178	9 489	9 493	4,0	40,5	29,3	0,783	38,78	30,16

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
8	179	9 812	9 815	3,0	63,0	52,2	1,006	48,01	48,00
8	180	9 845	9 848	3,0	52,2	44,6	0,701	40,33	28,38
8	181	9 864	9 869	5,0	59,2	45,2	0,777	72,49	56,39
8	182	9 888	9 898	10,0	53,9	0,0	1,497	74,85	112,08
9	183	10 036	10 041	5,0	19,1	6,4	0,704	17,66	12,49
9	184	10 049	10 054	5,0	10,5	0,0	0,582	7,27	4,25
9	185	10 273	10 280	7,0	29,6	0,0	1,175	28,79	33,80
9	186	10 453	10 458	5,0	24,3	4,5	1,101	19,98	22,00
9	187	10 475	10 479	4,0	27,8	17,3	0,734	25,05	18,27
9	188	10 482	10 486	4,0	17,3	6,5	0,747	13,20	9,92
9	189	10 507	10 514	7,0	26,8	0,0	1,062	26,02	27,71
10	190	10 638	10 647	9,0	27,5	0,0	0,849	34,38	29,18
10	191	10 696	10 700	4,0	39,0	29,0	0,689	37,77	26,23
10	192	10 721	10 725	4,0	35,1	24,5	0,740	33,12	24,37
10	193	10 758	10 761	3,0	41,9	34,1	0,720	31,66	22,87
10	194	10 792	10 797	5,0	39,4	24,9	0,807	44,68	35,97
10	195	10 811	10 822	11,0	36,4	0,0	0,920	55,67	51,12
10	196	10 868	10 879	11,0	55,7	0,0	1,407	85,10	119,69
10	197	11 088	11 101	13,0	56,2	0,0	1,201	101,50	121,85
10	198	11 117	11 126	9,0	43,6	0,0	1,347	54,55	73,34
10	199	11 245	11 249	4,0	11,2	4,1	0,494	8,54	4,19
10	200	11 261	11 265	4,0	15,0	6,2	0,611	11,80	7,20
10	201	11 276	11 281	5,0	10,1	0,0	0,561	7,01	3,94
10	202	11 313	11 316	3,0	31,3	23,8	0,694	22,92	15,94
10	203	11 348	11 351	3,0	23,8	16,9	0,636	16,93	10,83
10	204	11 354	11 361	7,0	16,9	0,0	0,670	16,41	11,02
10	205	11 512	11 519	7,0	40,0	10,6	1,166	49,23	57,39
10	206	11 541	11 545	4,0	15,6	6,3	0,651	12,16	7,86
10	207	11 557	11 560	3,0	15,6	8,8	0,637	10,16	6,40
10	208	11 574	11 579	5,0	13,1	0,0	0,729	9,12	6,62
10	209	11 659	11 662	3,0	23,1	15,0	0,753	15,89	11,91
10	210	11 669	11 671	2,0	18,1	13,6	0,625	8,82	5,50
10	211	11 684	11 687	3,0	19,4	11,5	0,730	12,87	9,42
10	212	11 690	11 694	4,0	11,5	0,0	0,799	6,39	5,10
10	213	11 845	11 848	3,0	34,9	27,9	0,652	26,18	16,96
10	214	11 861	11 865	4,0	43,7	32,1	0,802	42,12	33,92

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
10	215	11 868	11 873	5,0	32,1	12,4	1,097	30,91	33,82
10	216	11 880	11 884	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	217	12 067	12 072	5,0	14,7	0,0	0,814	10,18	8,34
10	218	12 082	12 086	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
10	219	12 103	12 106	3,0	12,4	0,0	1,145	5,15	5,93
10	220	12 132	12 140	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
10	221	12 181	12 187	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
10	222	12 198	12 202	4,0	41,2	30,4	0,748	39,74	29,83
10	223	12 208	12 213	5,0	30,4	14,8	0,863	31,40	27,20
10	224	12 267	12 272	5,0	50,5	30,8	1,092	56,43	61,79
10	225	12 276	12 284	8,0	30,8	0,0	1,069	34,22	36,60
10	226	12 336	12 340	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	227	12 364	12 368	4,0	14,7	0,0	1,018	8,14	8,34
10	228	12 461	12 469	8,0	18,7	0,0	0,649	20,77	13,49
10	229	12 487	12 493	6,0	18,4	0,0	0,853	15,35	13,06
10	230	12 510	12 514	4,0	13,8	0,0	0,960	7,68	7,35
10	231	12 524	12 528	4,0	12,4	0,0	0,860	6,88	5,93
10	232	12 552	12 556	4,0	14,7	0,0	1,018	8,14	8,34
10	233	12 614	12 617	3,0	105,0	95,4	0,888	83,49	74,22
10	234	12 622	12 626	4,0	95,4	82,4	0,901	98,78	89,17
10	235	12 642	12 646	4,0	97,4	82,7	1,025	100,07	102,14
10	236	12 651	12 654	3,0	82,7	74,5	0,756	65,50	49,73
10	237	12 658	12 668	10,0	74,5	38,7	0,994	157,30	156,35
10	238	12 695	12 702	7,0	64,0	25,9	1,512	87,35	132,14
10	239	12 714	12 718	4,0	47,8	36,0	0,822	46,56	38,15
10	240	12 790	12 796	6,0	60,3	36,4	1,108	80,57	89,16
10	241	12 854	12 858	4,0	49,0	37,0	0,829	47,77	39,81
10	242	12 926	12 932	6,0	61,0	28,0	1,529	74,17	113,31
10	243	12 959	12 965	6,0	43,2	25,0	0,843	56,75	47,89
10	244	12 977	12 980	3,0	46,7	37,9	0,815	35,24	28,72
10	245	13 053	13 060	7,0	54,9	22,4	1,289	75,09	96,92
10	246	13 072	13 075	3,0	26,2	18,6	0,704	18,67	13,14
10	247	13 084	13 090	6,0	20,1	7,0	0,603	22,57	13,70
10	248	13 093	13 097	4,0	7,0	0,0	0,488	3,91	1,89
10	249	13 175	13 179	4,0	28,0	16,3	0,808	24,62	20,00
10	250	13 188	13 192	4,0	18,6	7,6	0,761	14,55	11,12

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
10	251	13 273	13 278	5,0	28,7	14,6	0,783	30,06	23,55
10	252	13 290	13 294	4,0	22,9	12,0	0,760	19,40	14,68
10	253	13 334	13 344	10,0	46,0	0,0	1,279	63,95	81,64
10	254	13 379	13 384	5,0	46,2	32,1	0,779	54,38	42,59
10	255	13 408	13 412	4,0	32,1	20,8	0,791	29,38	23,06
10	256	13 442	13 445	3,0	20,8	12,4	0,777	13,80	10,76
10	257	13 482	13 488	6,0	42,5	17,8	1,146	50,21	57,46
10	258	13 498	13 506	8,0	22,7	0,0	0,787	25,19	19,88
10	259	13 521	13 524	3,0	25,0	17,2	0,721	17,55	12,70
10	260	13 535	13 539	4,0	30,9	16,7	0,983	26,43	26,08
10	261	13 578	13 583	5,0	43,0	29,8	0,734	50,52	37,07
10	262	13 633	13 636	3,0	58,8	48,7	0,942	44,80	41,89
10	263	13 639	13 645	6,0	48,7	23,8	1,151	60,40	69,65
10	264	13 676	13 681	5,0	44,3	30,3	0,775	51,77	40,29
10	265	13 716	13 720	4,0	41,4	28,4	0,905	38,75	35,01
10	266	13 739	13 745	6,0	51,4	32,0	0,898	69,57	62,42
10	267	13 748	13 754	6,0	32,0	10,0	1,020	35,04	35,65
10	268	13 760	13 765	5,0	10,0	0,0	0,556	6,94	3,86
10	269	13 775	13 780	5,0	16,3	0,0	0,906	11,33	10,25
10	270	13 817	13 822	5,0	45,8	28,6	0,955	51,70	49,37
10	271	13 836	13 841	5,0	40,9	25,4	0,856	46,04	39,65
10	272	13 853	13 856	3,0	41,1	30,7	0,956	29,91	28,81
10	273	13 862	13 865	3,0	30,7	22,1	0,800	22,01	17,52
10	274	13 878	13 881	3,0	28,2	21,2	0,646	20,55	13,34
10	275	13 956	13 959	3,0	37,6	29,8	0,724	28,08	20,28
10	276	13 975	13 978	3,0	42,8	34,5	0,761	32,20	24,75
10	277	13 994	14 001	7,0	50,6	21,2	1,166	69,82	81,44
10	278	14 019	14 025	6,0	49,9	25,2	1,145	62,60	71,57
10	279	14 034	14 040	6,0	38,8	19,6	0,888	48,66	43,26
10	280	14 121	14 127	6,0	30,8	10,2	0,954	34,14	32,58
10	281	14 138	14 142	4,0	26,3	16,5	0,680	23,75	16,18
10	282	14 150	14 154	4,0	19,0	7,6	0,794	14,78	11,70
10	283	14 157	14 161	4,0	7,6	0,0	0,526	4,21	2,23
10	284	14 175	14 180	5,0	32,2	13,6	1,036	31,83	32,87
10	285	14 189	14 195	6,0	13,6	0,0	0,630	11,33	7,14
10	286	14 266	14 270	4,0	24,9	10,9	0,977	19,90	19,34

Trajet nº	Manœuvre de freinage nº	Heure de début [s]	Heure de fin [s]	Durée de la manœuvre [s]	Point de consigne de la vitesse initiale [km/h]	Point de consigne de la vitesse finale [km/h]	Taux de décélération [m/s²]	Distance parcourue pendant la manœuvre [m]	Travail de frottement spécifique (énergie cinétique) (pour la décélération seulement) [J/kg]
10	287	14 277	14 281	4,0	10,9	0,0	0,755	6,04	4,58
10	288	14 290	14 294	4,0	11,0	0,0	0,766	6,13	4,67
10	289	14 325	14 333	8,0	64,9	25,5	1,367	100,49	137,41
10	290	14 992	15 001	9,0	112,0	56,1	1,724	210,12	362,53
10	291	15 013	15 021	8,0	68,2	12,0	1,949	89,14	173,89
10	292	15 048	15 057	9,0	80,9	35,3	1,407	145,18	204,43
10	293	15 076	15 083	7,0	73,4	39,3	1,356	109,57	148,27
10	294	15 086	15 098	12,0	39,3	0,0	0,909	65,44	59,59
10	295	15 457	15 472	15,0	132,5	34,0	1,824	346,87	632,73
10	296	15 482	15 491	9,0	41,6	0,0	1,283	51,98	66,77
10	297	15 584	15 590	6,0	33,1	6,3	1,239	32,84	40,74
10	298	15 625	15 636	11,0	37,6	0,0	0,948	57,37	54,54
10	299	15 664	15 675	11,0	52,0	0,0	1,313	79,42	104,32
10	300	15 717	15 724	7,0	50,6	22,9	1,102	71,46	78,55
10	301	15 742	15 749	7,0	47,7	23,4	0,964	69,13	66,66
10	302	15 791	15 797	6,0	45,9	23,6	1,032	57,87	59,79
10	303	15 815	15 822	7,0	37,6	0,0	1,491	36,53	54,54

ANNEXE 5

Méthode de mesure et de calcul des coefficients spécifiques correspondant à la part du freinage à friction

1. Objet

La présente annexe décrit la procédure à suivre pour déterminer les coefficients correspondant à la part du freinage à friction spécifiques à certains véhicules. La méthode décrite peut être utilisée à la place des coefficients figurant dans le tableau 4 du présent Règlement.

2. Champ d'application

La méthode décrite dans la présente annexe peut être appliquée aux véhicules de tous les types d'électrification dotés de capacités de freinage sans friction, à l'exception des VEH-NRE de catégorie 0. Elle vise à compléter le tableau 4 du présent Règlement et définit la marche à suivre pour déterminer les coefficients correspondant à la part du freinage à friction spécifiques à des véhicules relevant de certains types d'électrification (à savoir les VEH-NRE de catégorie 1, les VEH-NRE de catégorie 2, les VHPC-NRE, les VEH-RE, les VHPC-RE et les VEP).

La présente annexe décrit la configuration d'essai et les procédures à suivre pour exécuter le cycle de freinage WLTP (ou le trajet n° 10 dudit cycle) sur un banc à rouleaux, et explique comment procéder pour déterminer le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction. On y trouvera également une procédure et des critères d'acceptation pour l'utilisation de méthodes de substitution.

3. Méthode de référence et calculs

Le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction doit être déterminé en effectuant le cycle de freinage WLTP sur un banc à rouleaux conforme aux prescriptions du Règlement ONU n° 154. Tous les freins doivent être équipés de capteurs externes permettant de déterminer le couple de freinage à chacune des roues. Les méthodes de substitution et les critères d'acceptation sont décrits au paragraphe 5 de la présente annexe.

3.1 Calcul du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction (c)

Le coefficient correspondant à la part du freinage à friction est calculé en divisant l'énergie de décélération dissipée par le freinage à friction par l'énergie totale de décélération réduite de 13 % afin de tenir compte de la résistance à l'avancement sur route, comme le montre l'équation 1 :

$$c = \frac{W_{brake}}{W_{ref}} \qquad \text{(Éq. 1)}$$

Où :

c est le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction ;

W_{brake} est la somme du travail de frottement dissipé dans les systèmes de freinage à friction du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage au cours du cycle considéré, en J ;

W_{ref} est la référence de normalisation pour le cycle sur lequel le travail de frottement a été mesuré, en J.

La valeur de la référence de normalisation W_{ref} qui dépend du cycle d'essai utilisé, est indiquée dans le tableau A5/1.

Tableau A5/1

Référence de normalisation pour différents cycles d'essai

Cycle d'essai	Référence de normalisation
Cycle de freinage WLTP	$W_{ref} = 0,87 \cdot M_{Veh} \cdot w_{total,bc}$
Trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP	$W_{ref} = 0,87 \cdot M_{Veh} \cdot w_{total,trip\#10}$

Où :

$w_{total,\ bc}$ est la somme des variations d'énergie cinétique en fonction de la masse du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage du cycle de freinage WLTP (15 986 J/*kg*) ;

$w_{total,trip\#10}$ est la somme des variations d'énergie cinétique en fonction de la masse du véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage du trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP (5 557 J/*kg*).

Le travail de frottement global est la somme du travail de frottement de tous les freins installés, comme le montre l'équation 2 :

$$W_{brake} = \sum_{b=[FL,FR,RL,RR]} W_{brake,b} \qquad \text{(Éq. 2)}$$

Où :

W_{brake} est la somme du travail de frottement de tous les freins installés sur le véhicule pendant toutes les manœuvres de freinage au cours du cycle considéré, en J ;

$W_{brake,b}$ est le travail de frottement du frein b pendant toutes les manœuvres de freinage au cours du cycle considéré, en J ;

b est l'indice du frein (FL = avant gauche, FR = avant droit, RL = arrière gauche, RR = arrière droit).

3.2 Méthode de détermination du travail de frottement

La méthode décrite dans le présent paragraphe doit être appliquée par le laboratoire aux fins de la détermination du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction. Aux fins de la détermination et de la validation du facteur c dans le cadre de l'homologation de type, le laboratoire doit appliquer l'une des méthodes décrites aux paragraphes 3.2.2.1, 3.2.2.2, 3.2.2.3 ou 3.2.2.4 de la présente annexe. Le travail de frottement pour chaque frein est calculé comme étant l'intégrale de la puissance de frottement sur toute la durée du cycle de référence, comme le montre l'équation 3 :

$$W_{brake,b} = \int_{t_{start}}^{t_{end}} P_{brake,b}(t)\ dt \qquad \text{(Éq. 3)}$$

Où :

$W_{brake,b}$ est le travail de frottement du frein b pendant toutes les manœuvres de freinage au cours du cycle considéré, en J ;

$P_{brake,b}$ est la puissance de frottement du frein b, en W ;

t_{start} est le point de consigne de l'heure de début du cycle analysé, en s ;

t_{end} est le point de consigne de l'heure de fin du cycle analysé, en s.

Il faut appliquer la méthode des trapèzes pour réaliser l'intégration numérique des signaux échantillonnés au temps t_i, comme le montre l'équation 4 :

$$W_{brake,b} = \sum_{i=1}^{N_t} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot \left(P_{brake,b}(t_i) + P_{brake,b}(t_{i+1}) \right) \qquad \text{(Éq. 4)}$$

Où :

$W_{brake,b}$ est le travail de frottement du frein b pendant toutes les manœuvres de freinage au cours du cycle considéré, en J ;

t_i est la référence temporelle de l'$i^{ème}$ échantillon des signaux mesurés, en s ;

N_t est le nombre d'échantillons de temps t_i pendant le cycle considéré ($t_i \in [t_{start}, t_{end}]$) ;

$P_{brake,b}$ est la puissance de frottement du frein b, en W.

Dans une étape intermédiaire, les incréments de travail de frottement pour chaque échantillon de temps t_i doivent être calculés au moyen de l'équation 5 :

$$W_{brake,b,i} = \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot \left(P_{brake,b}(t_i) + P_{brake,b}(t_{i+1}) \right) \qquad \text{(Éq. 5)}$$

3.2.1 Méthode de détermination de la puissance de frottement

La puissance de frottement est calculée à partir du couple de frottement de chaque frein et de la vitesse de rotation de la roue mesurée au niveau de chaque frein pendant les phases de décélération du cycle de référence, au moyen de l'équation 6 :

$$P_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{brake,b}(t) \cdot \omega_b(t) & \text{pour} \quad a_{ref}(t) < 0 \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 6)}$$

Où :

$P_{brake,b}$ est la puissance de frottement du frein b, en W ;

$\tau_{brake,b}$ est le couple de frottement au frein b, en N·m ;

ω_b est la vitesse de rotation de la roue mesurée au frein b, en rad/s ;

a_{ref} est le point de consigne de l'accélération pour le cycle d'essai, en m/s^2.

La vitesse de rotation de la roue peut être calculée à partir de la vitesse de rotation du rouleau du banc d'essai au niveau de la roue concernée, au moyen de l'équation 7 :

$$\omega_b = \frac{r_{D,b}}{r_{R,b}} \omega_{D,b} \qquad \text{(Éq. 7)}$$

Où :

ω_b est la vitesse de rotation de la roue mesurée au frein b, en rad/s ;

$\omega_{D,b}$ est la vitesse de rotation du rouleau mesurée au frein b, en rad/s ;

$r_{D,b}$ est le rayon du rouleau sur lequel tourne le pneumatique au frein b, en m ;

$r_{R,b}$ est le rayon de roulement dynamique du pneumatique au frein b, en m.

3.2.2 Méthodes de détermination du couple de freinage à friction

3.2.2.1 Méthode basée sur le couple

La méthode basée sur le couple nécessite que l'on mesure directement le couple de freinage réel ($\tau_{brake,b}$) au niveau des systèmes de freinage concernés, puis que l'on utilise l'équation 8. Un couple mesuré positif dénote une activité de freinage.

$$\tau_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{meas,b}(t) & \text{pour} \quad \tau_{meas,b}(t) > 0 \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 8)}$$

Où :

$\tau_{brake,b}$ est le couple de frottement au frein b, en N·m ;

$\tau_{meas,b}$ est le couple de freinage mesuré au frein b, en N·m.

3.2.2.2 Méthode basée sur la pression

La méthode basée sur la pression nécessite que l'on détermine la pression dans les systèmes de freinage à friction hydrauliques aussi près de la roue que possible du point de vue de la sécurité et de la qualité de la mesure et compte tenu des contraintes techniques. Le couple de freinage des freins à friction hydrauliques est calculé en multipliant la pression de freinage mesurée ($p_{brake,b}$) par le rapport couple/pression ($C_{p,b}$) au niveau du frein concerné pendant les manœuvres de freinages du cycle de conduite, comme le montrent les équations 9 et 10.

$$\tau_{brake,b}(t) = C_{p,b} \cdot p_{brake,b}(t) \qquad \text{(Éq. 9)}$$

$$p_{brake,b}(t) = \begin{cases} p_{meas,b}(t) & \text{pour} \quad p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 10)}$$

Où :

$\tau_{brake,b}$ est le couple de frottement au frein b, en N·m ;

$C_{p,b}$ est le rapport couple/pression au frein b, en N·m/kPa ;

$p_{brake,b}$ est la pression de freinage effective au frein b qui produit un couple de freinage, en kPa ;

$p_{meas,b}$ est la pression de freinage mesurée au frein b, en kPa ;

$p_{threshold,b}$ est la pression seuil au frein b nécessaire pour produire un couple de freinage, en kPa, telle que définie au paragraphe 3.1.19 du présent Règlement.

3.2.2.3 Systèmes de freinage électromécaniques

Réservé.

3.2.2.4 Méthodes de substitution

Le couple de freinage et les signaux fournis par les bus électroniques du véhicule (par exemple, les signaux transmis par les bus CAN ou les systèmes d'autodiagnostic) peuvent être utilisés pour calculer le couple de freinage selon l'une des méthodes décrites aux paragraphes 3.2.2.1, 3.2.2.2 et 3.2.2.3 de la présente annexe. Le critère d'équivalence entre la méthode de substitution et la méthode de référence est décrit au paragraphe 5.3 de la présente annexe. L'équivalence entre les signaux et la méthode de référence choisie doit être confirmée par l'autorité d'homologation de type.

3.3 Détermination des valeurs de C_p

La valeur de $C_{p,b}$ pour la méthode basée sur la pression est déterminée pour un système de freinage donné en exécutant le cycle de freinage WLTP sur un banc dynamométrique pleinement conforme aux prescriptions du présent Règlement. Le rapport $C_{p,b}$ d'un système de freinage donné est considéré comme représentatif de tous les membres de la même famille d'émissions de freinage telle que définie au paragraphe 7.2.1 du présent Règlement.

3.3.1 Préparation du banc dynamométrique

Le banc dynamométrique et tout l'appareillage d'essai doivent être réglés et utilisés conformément aux spécifications énoncées à l'annexe 4.

3.3.2 Procédure

Le laboratoire doit suivre les étapes décrites ci-dessous :

a) Installer le système de freinage en suivant la procédure décrite au paragraphe 8.2 de l'annexe 4 ;

b) Exécuter le cycle de freinage WLTP en suivant la procédure décrite aux paragraphes 9.2.1, 9.2.2 et 9.2.3 de l'annexe 4 ;

c) Enregistrer le couple de freinage et la pression de freinage dans le cas des freins hydrauliques ou électrohydrauliques ;

d) Utiliser les données de la phase de mesure des émissions, telle que définie au paragraphe 9.2.3 de l'annexe 4, pour le calcul des valeurs de $C_{p,b}$.

3.3.3 Calcul de C_p

$C_{p,b}$ décrit la relation entre la pression de freinage et le couple de freinage et est calculé au moyen de l'équation 11 :

$$C_{p,b}(t) = \frac{\tau_{brake,b}(t)}{p_{brake,b}(t)} \qquad \text{(Éq. 11)}$$

Pour un matériau de friction donné, $C_{p,b}$ peut dépendre de la vitesse du véhicule, de la pression de freinage appliquée, du type de rotor et de la température des plaquettes. Sa valeur peut varier d'un freinage à l'autre au cours de l'essai. Pour réduire l'incidence de la variabilité de $C_{p,b}$ sur le calcul de l'énergie de freinage au cours du cycle d'essai, il faut utiliser la valeur de $C_{p,b}$ pondérée en fonction de l'énergie donnée par l'équation 12 :

$$C_{p,b} = \frac{\int_{t_{start}}^{t_{end}} \tau_{brake,b} \cdot \omega_b(t)\ \mathrm{dt}}{\int_{t_{start}}^{t_{end}} \cdot\, p_{brake,b}(t) \cdot \omega_b(t)\ \mathrm{dt}} \qquad \text{(Éq. 12)}$$

En outre, pour éviter l'utilisation de signaux non valables, on calcule la pression de freinage et le couple de freinage conformément aux équations 13 et 14. La valeur de $p_{threshold}$ doit être choisie conformément au paragraphe 3.1.19 du présent Règlement :

$$\tau_{brake,b}(t) = \begin{cases} \tau_{meas,b} & \text{pour } p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \text{ et } \tau_{meas,b} > 0 \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 13)}$$

$$p_{brake,b}(t) = \begin{cases} p_{meas,b} & \text{pour } p_{meas,b}(t) > p_{threshold,b} \text{ et } \tau_{meas,b} > 0 \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 14)}$$

Si le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction est calculé sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP à l'aide d'un banc à rouleaux, C_p doit être déterminé à l'aide des données de l'essai correspondant réalisé avec le même système de freinage sur le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP à l'aide d'un banc dynamométrique.

3.3.4 Calcul de C_e

Réservé

4. Configuration et spécifications des essais

4.1 Sélection du véhicule

Chaque véhicule doit se voir attribuer un coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction. Les véhicules présentant différents modes sélectionnables doivent être mis à l'essai dans le mode qui entraîne le moins de récupération, soit le scénario le plus défavorable du point de vue du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction. Le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction obtenu à l'issue de l'essai doit être attribué à tous les modes sélectionnables du véhicule considéré. Les stratégies appliquées aux fins de l'optimisation de la fonction de freinage (par exemple, contre la corrosion) ne doivent pas être désactivées ni ignorées pendant les essais, tant que la sécurité de fonctionnement du véhicule sur le banc à rouleaux est préservée.

Sur la base d'éléments probants fournis par le fabricant et sous réserve de l'accord de l'autorité d'homologation de type, les modes sélectionnables utilisés à certaines fins bien précises (par exemple, les modes «sable», «neige »/ « enneigement extrême», «rampant» ou «décharge» utilisés pour des raisons de sécurité) peuvent être exemptés des prescriptions relatives à la déclaration du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction.

Aux fins du présent Règlement, il est possible, à la demande du fabricant, de mettre à l'essai un seul véhicule de chaque famille d'interpolation en vue de déterminer le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction pour l'ensemble de la famille. Il doit s'agir du véhicule doté de la plus faible capacité de récupération (c'est-à-dire celui dont le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction est le plus élevé). Tous les véhicules d'une même famille d'interpolation doivent alors se voir attribuer le même coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, indépendamment de la variante, de la version et de la configuration des options. Le fabricant doit pouvoir démontrer que tous les véhicules de la famille d'interpolation sont conformes au coefficient ainsi arrêté.

Aux fins du présent Règlement, à la demande du fabricant, si un modèle de véhicule spécifique existe en différentes configurations qui appartiennent à plus d'une famille d'interpolation, le véhicule le plus défavorable du point de vue du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, pour chaque type d'électrification indiqué dans le tableau 4 du présent Règlement, peut être mis à l'essai (c'est-à-dire celui dont le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction est le plus élevé). Dans ce cas, le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction obtenu à l'issue de l'essai doit être attribué à tous les véhicules du type d'électrification correspondant tel qu'indiqué dans le tableau 4 du présent Règlement. Le fabricant doit alors pouvoir démontrer que le modèle de véhicule est conforme au coefficient ainsi arrêté sous toutes ses configurations.

4.2 Préparation

4.2.1 Capteurs de couple de freinage

4.2.1.1 Capteurs piézoélectriques

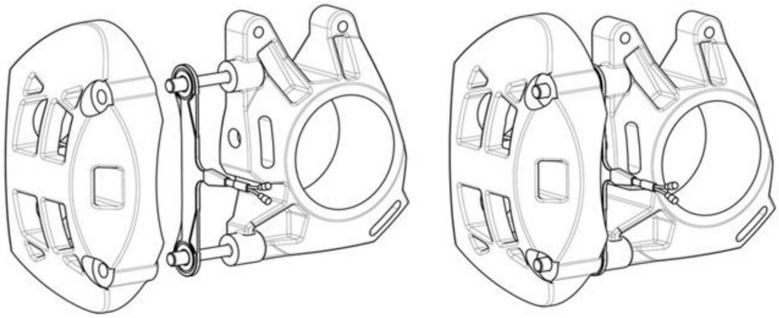
Un capteur de couple de freinage est un capteur capable de mesurer la quantité réelle de couple de freinage directement là où celui-ci est produit – entre l'étrier et le porte-fusée. Les capteurs de couple de freinage sont généralement conçus pour s'adapter aux différents systèmes de freinage. Le plus souvent, selon le diamètre de la vis de fixation, leur épaisseur est comprise entre 3,5 mm et 5,0 mm.

Aux fins de la présente méthode, un ou plusieurs capteurs de couple externes doivent être montés sur l'étrier de chaque frein du véhicule. La figure A5/1 donne un exemple de montage d'un capteur de couple de freinage. En fonction de la conception technique du frein et du capteur, il peut être nécessaire d'installer un capteur par trou de montage ou d'intégrer un module unique. L'étrier ou la plaquette peuvent être réusinés pour permettre le montage du ou des capteurs. Toutefois, il faut bien veiller à ne pas endommager le frein et s'assurer que l'étrier est toujours en état de satisfaire aux prescriptions du cycle de freinage WLTP sans qu'il y ait de risque pour la sécurité ni d'incidence négative sur le freinage (par exemple, en raison d'une déformation). Cela s'applique dans toute la plage de fonctionnement du capteur spécifiée par le fabricant du capteur.

Le couple mesuré en fonction du temps doit être converti en travail de frottement conformément au paragraphe 3.2 de la présente annexe. En raison du principe de fonctionnement du capteur, il convient de vérifier la stabilité du zéro avant et après l'essai et de prendre en compte toute dérive éventuelle.

Figure C1

Exemple de montage d'un capteur de couple de freinage



Il est recommandé que la gamme de mesure résultante s'étende de 0 à 800 N·m. L'amplitude maximale de la chaîne de mesure doit être choisie en fonction de la masse du véhicule, de la géométrie des freins et des couples prévus pendant les essais. Le laboratoire doit se référer aux recommandations du fabricant du système de freinage, du constructeur du véhicule et du fabricant du système de capteurs afin de garantir le bon fonctionnement des capteurs et des dispositifs de collecte des données.

L'étalonnage des capteurs doit satisfaire aux spécifications suivantes :

a) L'exactitude du système de capteurs doit être de 2 % de la pleine échelle ou de ±5 N·m, la valeur la plus élevée étant retenue ;

b) Les amplificateurs des capteurs de couple doivent être réglés à zéro avant l'essai, sans qu'aucun couple de freinage ne soit appliqué au système ;

c) Après l'essai, la dérive du zéro des capteurs de couple doit être contrôlée. Une dérive maximale de ±0,5 % de la pleine échelle est acceptable.

Un capteur d'étalonnage de référence est nécessaire pour mener à bien la procédure d'étalonnage. La figure A5/2 montre de manière schématique comment fixer le capteur d'étalonnage de référence au moyeu de la roue. Une fois le capteur de couple de freinage installé, il faut fixer le capteur d'étalonnage de référence à la roue et appliquer un couple de freinage. La figure A5/3 résume schématiquement la procédure d'étalonnage.

FigureA5/2

Poignée en T et capteur d'étalonnage de référence fixés au moyeu de la roue au moyen d'un adaptateur

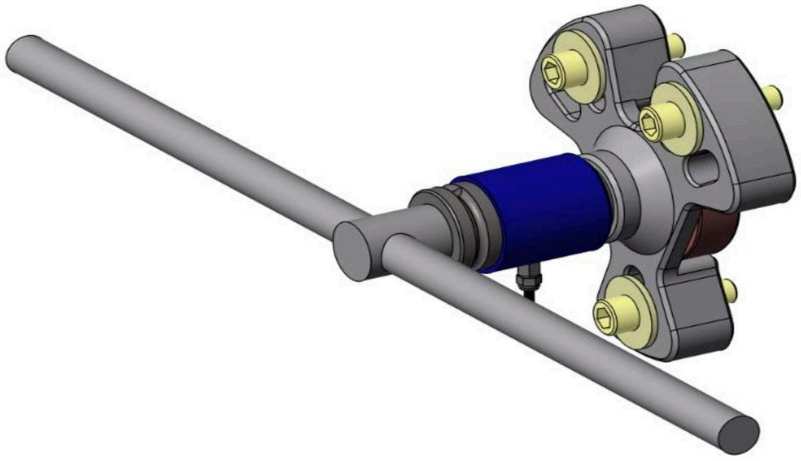
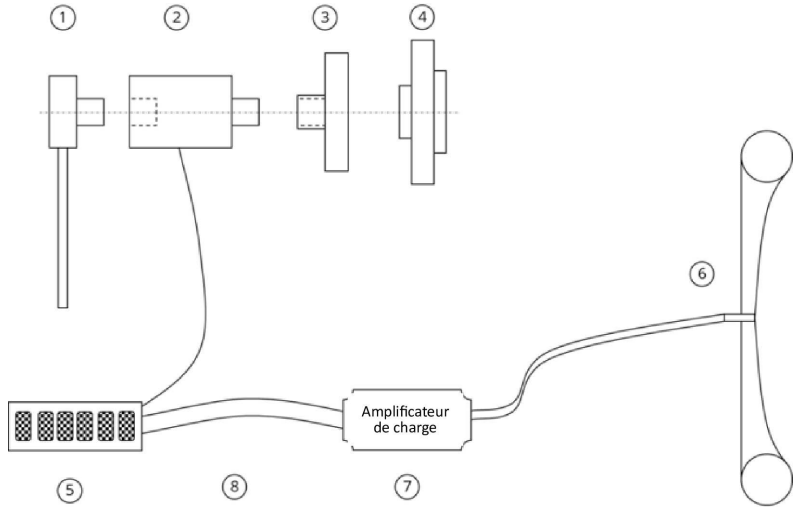


Figure A5/3

Exemple de configuration d'étalonnage



N°	Description
1	Clef à embout carré mâle (à insérer dans le capteur de référence)
2	Capteur d'étalonnage de référence
3	Adaptateur (permettant d'appliquer le couple directement sur l'essieu)
4	Moyeu de la roue
5	Système d'acquisition de données (compatible avec les jauges de contrainte)
6	Capteur(s) de couple de freinage et câble(s)
7	Amplificateur de charge
8	Câble de raccordement au système d'acquisition de données

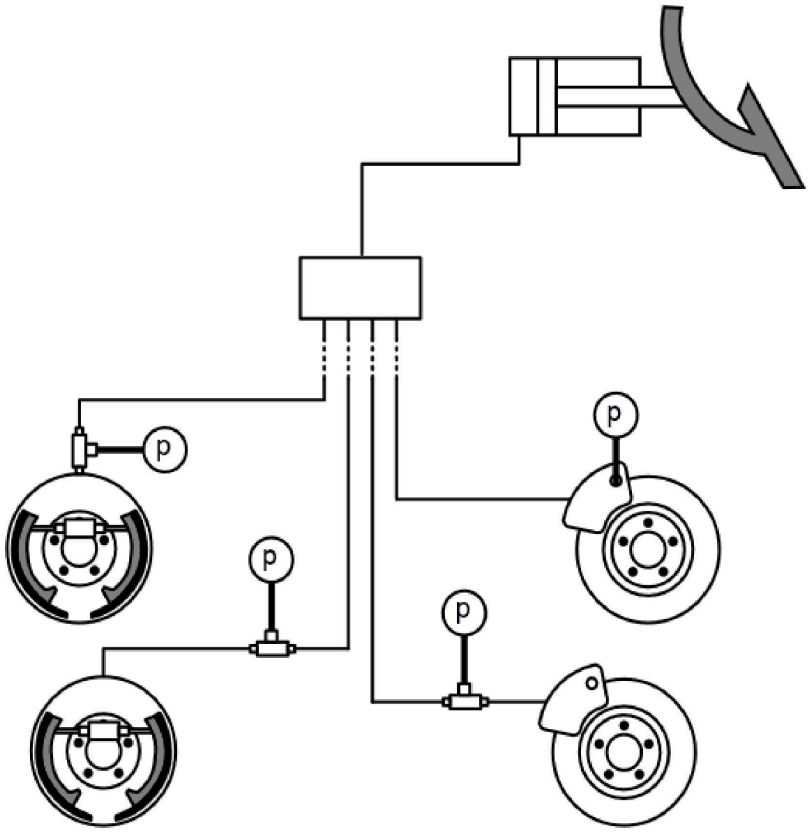
La linéarité du capteur doit être contrôlée conformément aux recommandations du fabricant du système de mesure. Les résidus de mesure ne doivent pas dépasser 2 % de la pleine échelle ou ±5 N·m, la valeur la plus élevée étant retenue, en tout point de la plage de fonctionnement au-dessus de zéro. Les effets de la température sur le système de mesure doivent être compensés conformément aux spécifications du fabricant. Le capteur d'étalonnage de référence doit avoir été étalonné conformément à la norme ISO 17025 au cours des 12 derniers mois d'utilisation.

4.2.2 Transducteurs et capteurs de pression

Un capteur de pression externe doit être monté sur le circuit de liquide de frein pour chaque frein du véhicule. De préférence, il doit être monté sur la vis de purge d'air du frein concerné. Si cela est impossible faute de place ou pour d'autres raisons, d'autres emplacements de montage sont autorisés ; toutefois, le capteur doit être situé aussi près que possible du frein concerné. La figure A5/4 indique de manière schématique comment monter des capteurs de pression sur les conduites de frein du véhicule d'essai. La pression mesurée en fonction du temps doit être convertie en couple de freinage au moyen de l'équation 9 et en coefficient correspondant à la part du freinage à friction comme indiqué aux paragraphes 3.1 et 3.2 de la présente annexe.

Figure A5/4

Exemples de montage de capteurs de pression (P) sur les conduites de frein des véhicules d'essai



Il est recommandé d'utiliser un capteur de pression capable d'effectuer des mesures entre 0 et 6 000 kPa, l'amplitude maximale du capteur devant être choisie en fonction de la pression maximale prévue pendant les essais. L'incertitude globale en ce qui concerne la non-linéarité, l'hystérésis et la répétabilité de la mesure de la pression doit être de 0,5 % de la valeur indiquée ou de 0,3 % de la pleine échelle, la valeur la plus élevée étant retenue (budget d'incertitude complet).

4.2.3 Capteurs pour les mesures de forces au niveau des freins électromécaniques

Réservé.

4.3 Enregistrement des données

4.3.1 Données du banc à rouleaux

Des systèmes d'enregistrement de données dédiés doivent être utilisés pour enregistrer les données brutes provenant du banc à rouleaux ainsi que du véhicule et de ses composants équipés d'instruments pendant l'essai. Il est recommandé que l'enregistrement des données soit effectué conformément aux spécifications énoncées dans l'annexe B5 du Règlement ONU nº 154 (par. 2, «Banc à rouleaux»).

Outre les données demandées dans le Règlement ONU nº 154, les paramètres de base relatifs au freinage doivent être enregistrés conformément au tableau A4/3 de l'annexe 4. Ces paramètres comprennent au moins ceux correspondant à la méthode principale et à la méthode de référence. Les mesures doivent être effectuées à une fréquence d'au moins 10 Hz. La masse du véhicule doit être définie conformément au paragraphe 3.1.9 du présent Règlement, quel que soit le cycle d'essai. En outre, la valeur du rapport C_p doit être consignée (le cas échéant).

L'enregistrement des données doit commencer avant ou en même temps que l'essai réel sur banc à rouleaux. L'enregistrement des données du banc à rouleaux et du véhicule doit être synchronisé, ce qui signifie que les signaux doivent faire référence à la même trace temporelle. Il est recommandé d'enregistrer les signaux synchrones dans un seul fichier. À défaut, le signal de vitesse du véhicule doit être enregistré en même temps que les données relatives au freinage et être utilisé pour l'alignement temporel si les données sont enregistrées sur des systèmes distincts. Les données enregistrées doivent être disponibles dans un format courant et en libre accès.

4.4 Réglage du banc à rouleaux

La configuration et la méthode d'essai doivent satisfaire aux prescriptions du Règlement ONU nº 154 dans sa version en vigueur au moment de l'essai. Aucune dérogation n'est autorisée, à l'exception des dispositions figurant dans le présent Règlement.

Les essais doivent être effectués à une température de 23 ± 5 °C, la température du véhicule, des systèmes de freinage et des systèmes de mesure ayant été stabilisée pendant 6 à 36 h. La simulation de la résistance à l'avancement sur route doit être entièrement conforme au Règlement ONU nº 154 quel que soit le cycle d'essai. La stabilisation à chaud, le préconditionnement et les résistances à l'avancement sur route doivent être conformes au Règlement ONU nº 154. Cela signifie que les coefficients de résistance à l'avancement sur route (f0, f1 et f2) utilisés dans l'équation correspondante doivent être pris en compte dans la réalisation de l'essai.

4.5 Déroulement de l'essai

Le véhicule d'essai doit être rodé conformément aux prescriptions énoncées aux paragraphes 2 à 2.3 de l'annexe B8 du Règlement ONU nº 154. En outre, les freins du véhicule d'essai doivent être correctement rodés. À la demande de l'autorité d'homologation de type, le constructeur doit fournir des éléments techniques probants.

En général, l'essai est précédé des phases de préconditionnement, de stabilisation à chaud et (pour les VEH-RE, les VHPC-NRE et les VEP) de recharge. Un essai fonctionnel permettant d'obtenir les coefficients correspondant à la part du freinage à friction doit ensuite être réalisé (voir la figure A5/5). Ces procédures sont énoncées à l'annexe B8 du Règlement ONU nº 154, sauf indication contraire, comme précisé ci-dessous.

Figure A5/5

Structure générale des essais réalisés sur banc à rouleaux conformément à la présente section



Le véhicule doit être réglé et mis à l'essai dans le mode sélectionnable qui entraîne le moins de récupération (scénario le plus défavorable du point de vue du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction), tel que décrit au paragraphe 4.1 de la présente annexe. Les modes sélectionnables utilisés à certaines fins bien précises, tels que définis au paragraphe 4.1 de la présente annexe, ne peuvent pas être sélectionnés.

Nonobstant les prescriptions ci-dessus, le cycle d'essai applicable pendant l'essai fonctionnel est le cycle de freinage WLTP décrit à l'annexe 4 ou, conformément aux dispositions de la section 6 de la présente annexe, le cycle d'essai indiqué ci-dessus peut être remplacé par le trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP. Pour tous les types d'électrification de véhicule, le cycle de préconditionnement WLTC et le cycle d'essai applicable ne doivent être effectués qu'une seule fois.

4.6 Critères de qualité applicables à l'essai sur banc à rouleaux

On doit effectuer les contrôles de qualité ci-après pour vérifier la bonne exécution du cycle de freinage WLTP par un essai sur banc à rouleaux. Pour être valable, l'essai sur banc à rouleaux doit satisfaire à l'ensemble des critères décrits ci-dessous.

Si le véhicule ne peut satisfaire à l'ensemble des critères ou suivre la courbe de vitesse de l'un des cycles d'essai, les coefficients correspondant à la part du freinage à friction spécifiés dans le tableau 4 du présent Règlement doivent être utilisés par défaut.

4.6.1 Traitement des signaux à des fins de contrôle de la qualité

4.6.1.1 Vitesse réelle et vitesse cible

Les signaux de vitesse doivent être utilisés aux fins de l'obtention des critères de qualité. La vitesse mesurée et la vitesse de référence doivent faire l'objet d'un post-traitement destiné à obtenir les signaux correspondant à la vitesse cible et à la vitesse réelle, utilisés pour la réalisation des contrôles de qualité.

La vitesse mesurée et la vitesse de référence doivent être lissées au moyen d'un filtre à moyenne mobile symétrique d'une longueur de 0,5 s. Aux fins de l'application du filtre à moyenne mobile discret, on prend le nombre impair d'échantillons prélevés dans un intervalle de 0,5 s. Le nombre d'échantillons à prendre en compte de chaque côté de la moyenne est donné par l'équation 15 :

$$m = \left\lfloor \frac{0{,}25\ \mathrm{s}}{t_s} \right\rfloor \qquad \text{(Éq. 15)}$$

Où :

t_s est l'intervalle d'échantillonnage des signaux de vitesse, en s ;

$\lfloor \rfloor$ est l'opérateur d'arrondi inférieur.

Pour une fréquence d'acquisition de 10 Hz, on obtient une largeur de $2\ m + 1 = 5$ échantillons.

La moyenne mobile du signal x sur une longueur de $2\ m + 1$ échantillons, notée mavg(x), est calculée au moyen de l'équation 16 :

$$\text{mavg}(x) = \begin{cases} \frac{1}{2\ m+1} \sum_{j=i-m}^{j=i+m} x_i & \text{pour} \quad m < i < N-m \\ 0 & \textit{dans les autres cas s} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 16)}$$

Où :

N est le nombre d'échantillons de temps du signal pour l'ensemble de l'essai ;

x_i est le i[ème] échantillon de temps du signal à lisser.

On obtient la vitesse réelle et la vitesse cible nécessaires aux contrôles de qualité en appliquant le filtre à moyenne mobile de 0,5 s à la vitesse de référence et à la vitesse mesurée sur le banc dynamométrique deux fois de suite (équations 17 et 18) :

$$v_T = \text{mavg}\Big(\text{mavg}(v_{ref})\Big) \qquad \text{(Éq. 17)}$$

$$v_D = \text{mavg}\Big(\text{mavg}(v_{dyno})\Big) \qquad \text{(Éq. 18)}$$

Où :

v_{ref} est la vitesse de consigne du cycle d'essai, en m/s ;

v_{dyno} est la vitesse du véhicule, en m/s ;

v_D est la vitesse réelle utilisée pour les contrôles de qualité, en m/s ;

v_T est la vitesse cible utilisée pour les contrôles de qualité, en m/s.

4.6.1.2 Accélération réelle et accélération cible

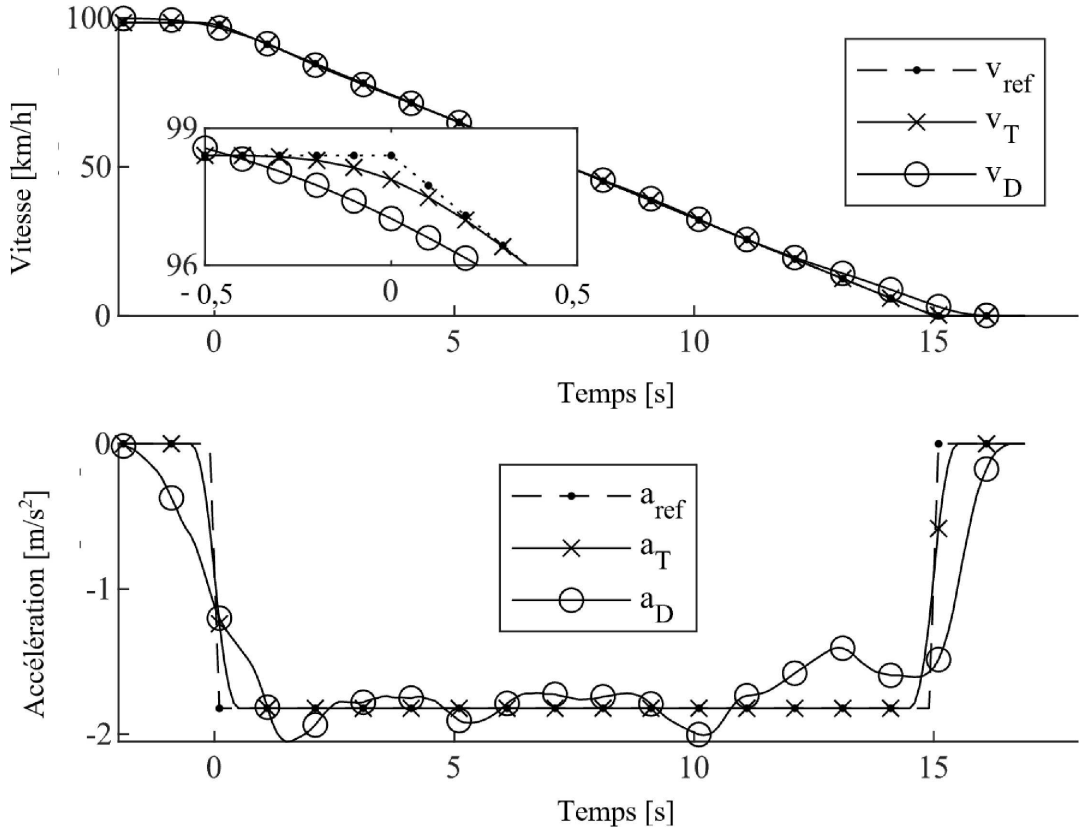
Pour la réalisation des contrôles de qualité, l'accélération doit être obtenue à partir des signaux de vitesse, au moyen de la différence finie symétrique, conformément aux équations 19 et 20 :

$$a_{T,i} = \begin{cases} \frac{v_{T,I+1} - v_{T,i-1}}{2t_s} & \text{pour} \quad 1 < i < N-1 \\ 0 & \text{dans les autres cas} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 19)}$$

$$a_{D,i} = \begin{cases} \frac{v_{D,I+1} - v_{D,i-1}}{2t_s} & \text{pour} \quad 1 < i < N-1 \\ 0 & \text{dans les autres cas} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 20)}$$

Figure A5/6

Exemple de lissage des signaux pour une accélération de référence égale au signal de consigne



4.6.1.3 Puissance inertielle spécifique réelle et puissance inertielle spécifique cible

Pour la réalisation des contrôles de qualité, la puissance inertielle spécifique de la force inertielle correspondant à chaque vitesse doit être calculée au moyen des équations 21 et 22 :

$$\tilde{P}_{T,i} = v_{T,i} \cdot a_{T,i} \qquad \text{(Éq. 21)}$$

$$\tilde{P}_{D,i} = v_{D,i} \cdot a_{D,i} \qquad \text{(Éq. 22)}$$

Où :

$\tilde{P}_{T,i}$ est le i^{ème} échantillon du signal de puissance inertielle spécifique cible, en W/kg ;

$\tilde{P}_{D,i}$ est le i^{ème} échantillon du signal de puissance inertielle spécifique réelle, en W/kg.

4.6.2 Erreur quadratique moyenne de la vitesse

Aux fins du contrôle de la qualité de l'essai, on doit calculer l'erreur quadratique moyenne de la vitesse (RMSSE), en km/h, au moyen de l'équation 23 :

$$\text{RMSSE} = \frac{3,6 \text{ km/h}}{1,0 \text{ m/s}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (v_{D,i} - v_{T,i})^2} \qquad \text{(Éq. 23)}$$

L'essai n'est valable que si le critère défini par l'équation 24 est rempli :

$$\text{RMSSE} < 1,3\,\frac{\text{km}}{\text{h}} \qquad \text{(Éq. 24)}$$

4.6.3 Évaluation du point de vue de l'inertie pour la décélération

Aux fins du contrôle de la qualité de l'essai, on doit calculer l'évaluation du point de vue de l'inertie pour la décélération (IWR^-) au moyen de l'équation 25 :

$$IWR^- = 100\ \% \cdot \frac{w_D^- - w_T^-}{w_T^-} \qquad \text{(Éq. 25)}$$

Où :

w_D^- est l'inertie spécifique réelle pendant la décélération, en J/kg ;

w_T^- est l'inertie spécifique cible pendant la décélération, en J/kg.

L'inertie spécifique pendant la décélération est l'intégrale numérique de la puissance inertielle spécifique enregistrée uniquement pendant la décélération (équations 26 et 27) :

$$w_T^- = \sum_{i=1}^{N_t - 1} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (\tilde{P}_{T,i}^- + \tilde{P}_{T,i+1}^-) \qquad \text{(Éq. 26)}$$

$$w_D^- = \sum_{i=1}^{N_t - 1} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} \cdot (\tilde{P}_{D,i}^- + \tilde{P}_{D,i+1}^-) \qquad \text{(Éq. 27)}$$

Où :

$\tilde{P}_D^-$ est la puissance inertielle spécifique réelle pendant la décélération, en J/kg ;

$\tilde{P}_T^-$ est la puissance inertielle spécifique cible pendant la décélération, en J/kg.

La puissance inertielle spécifique pendant la décélération est définie comme suit (équations 28 et 29) :

$$\tilde{P}_{T,i}^- = \begin{cases} \tilde{P}_{T,i} & \text{pour } \tilde{P}_{T,i} < 0 \\ 0 & \text{dans les autres cas} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 28)}$$

$$\tilde{P}_{D,i}^- = \begin{cases} \tilde{P}_{D,i} & \text{pour } \tilde{P}_{D,i} < 0 \\ 0 & \text{dans les autres cas} \end{cases} \qquad \text{(Éq. 29)}$$

L'essai n'est valable que si le critère défini par l'équation 30 est rempli :

$$|IWR^-| < 15\ \% \qquad \text{(Éq. 30)}$$

4.6.4 Travail de la différence de puissance inertielle

Le travail de la différence de puissance inertielle (IPDW) est le travail effectif de la différence entre la puissance inertielle spécifique réelle et la puissance inertielle spécifique cible, en J/kg.

De manière générale, l'inertie spécifique effective de la différence entre deux signaux de puissance inertielle spécifique doit être définie au moyen de l'équation 31 :

$$w_{\Delta P^2} = \sqrt{(t_{end} - t_{start}) \cdot \int_{t_{start}}^{t_{end}} (\tilde{P}_D - \tilde{P}_T)^2 \mathrm{d}t} \qquad \text{(Éq. 31)}$$

Pour être appliqué au cycle de freinage WLTP, le travail de la différence de puissance inertielle est calculé pour chaque décélération de freinage *k*, dans un intervalle allant de 1 s avant le début de la décélération à 1 s après la fin de la décélération, au moyen des équations 32 et 33 :

$$\mathrm{IPDW_k} = \sqrt{(t_{end,k} - t_{start,k} + 2\mathrm{s}) \cdot \sum_{i \in \mathrm{I_k}} \frac{t_{i+1} - t_i}{2} (\Delta\tilde{P}_i^2 + \Delta\tilde{P}_{i+1}^2)} \qquad \text{(Éq. 32)}$$

$$\Delta\tilde{P}_i = \tilde{P}_{D,i} - \tilde{P}_{T,i} \qquad \text{(Éq. 33)}$$

Où :

k est l'indice associé à chaque décélération de freinage ;

i est l'indice associé à l'échantillon de temps ;

$t_{start,k}$ est la valeur de consigne de l'heure de début de la décélération de freinage en fonction de la référence, en s ;

$t_{end,k}$ est la valeur de consigne de l'heure de fin de la décélération de freinage en fonction de la référence, en s ;

t_i est le i[ème] échantillon de temps ;

$\Delta\tilde{P}_i$ est la différence entre le signal de puissance inertielle spécifique réelle et le signal de puissance inertielle cible, en W/kg ;

$\mathrm{I_k}$ est l'ensemble d'instants constitutifs de la décélération de freinage.

L'ensemble d'instants contenus dans l'intervalle allant de 1 s avant la k[ème] décélération de freinage à 1 s après est défini par l'équation 34 :

$$\mathrm{I_k} = \{i \in \mathrm{N} \mid t_{start,k} - 1\ \mathrm{s} \leq t_i < t_{end,k} + 1\ \mathrm{s}\} \qquad \text{(Éq. 34)}$$

L'IPDW de l'ensemble du cycle de freinage WLTP est défini comme la moyenne quadratique de l'$\mathrm{IPDW_k}$ de toutes les décélérations de freinage (équation 35) :

$$\mathrm{IPDW} = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{K}} \sum_{k=1}^{K} \mathrm{IPDW}_k^2} \qquad \text{(Éq. 35)}$$

Où :

K est le nombre d'arrêts pendant le cycle, soit 303 pour l'ensemble du cycle de freinage WLTP ou 114 pour le trajet n° 10 dudit cycle.

L'essai n'est valable que si le critère défini par l'équation 36 est rempli :

$$\text{IPDW} < 30 \frac{J}{\text{kg}} \qquad \text{(Éq. 36)}$$

4.6.5 Évaluation du point de vue de la différence de puissance inertielle

L'évaluation du point de vue de la différence de puissance inertielle (IPDR) est le rapport entre l'IPDW de chaque décélération de freinage et l'inertie de référence de ladite décélération, exprimé sous la forme d'un pourcentage.

L'IPDR_k de la k[ème] décélération de freinage est définie par l'équation 37 :

$$\text{IPDR}_k = \frac{\text{IPDW}_k}{w_{ref,k}} \qquad \text{(Éq. 37)}$$

Où :

$w_{ref,k}$ est l'inertie spécifique de référence de la décélération de freinage k, telle qu'indiquée dans la colonne «Travail de frottement spécifique» du tableau figurant à l'appendice 2 de l'annexe 4.

L'IPDR de l'ensemble du cycle de freinage WLTP est définie comme la moyenne quadratique de l'IPDR_k de toutes les décélérations de freinage (équation 38) :

$$\text{IPDR} = 100\% \cdot \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^{K} \text{IPDR}_k^2} \qquad \text{(Éq. 38)}$$

Où :

K est le nombre de décélérations de freinage observées pendant le cycle, soit 303 pour le cycle WLTP ou 114 pour le trajet n° 10 uniquement.

L'essai n'est valable que si le critère défini par l'équation 39 est rempli :

$$\text{IPDR} < 50\ \% \qquad \text{(Éq. 39)}$$

4.6.6 Vérification des non-conformités de la vitesse

Les critères de tolérance de vitesse visés au paragraphe 9.4.1 de l'annexe 4 s'appliquent. L'approche définie dans ce paragraphe en ce qui concerne la limite de 3 % s'applique au trajet n° 10 du cycle de freinage WLTP s'il est choisi comme cycle d'essai applicable.

5. Équivalence des méthodes

Une méthode de substitution, comme indiqué au paragraphe 3.2.2.4 de la présente annexe, peut être utilisée au lieu des méthodes de référence décrites aux paragraphes 3.2.2.1, 3.2.2.2 ou 3.2.2.3 de la présente annexe pour déterminer le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, à la demande du fabricant et à condition que les critères d'équivalence énoncés au paragraphe 5.3 de la présente annexe soient remplis.

5.1 Sélection du véhicule aux fins de la démonstration de l'équivalence

Le constructeur doit démontrer l'équivalence d'une méthode de substitution pour les types d'électrification visés au paragraphe 2 de la présente annexe pour lesquels l'application de ladite méthode est demandée. À cette fin, au moins un véhicule de chaque type doit être utilisé.

5.2 Mise à l'essai de la méthode de substitution

Aux fins de la démonstration de l'équivalence, le véhicule doit être équipé de capteurs de couple de freinage, de transducteurs ou de capteurs de pression de freinage conformément au paragraphe 4.2 de la présente annexe et être soumis au cycle de freinage WLTP selon la séquence d'essai indiquée au paragraphe 4.5 de ladite annexe.

5.3 Critère d'équivalence

La méthode de substitution est considérée comme équivalente à la méthode de référence si l'une quelconque des conditions suivantes (équations 40 et 41) est remplie :

$$\left|\frac{c_{alt}-c}{c}\right| \leq 10\,\% \qquad \text{(Éq. 40)}$$

$$|c_{alt}-c| \leq 0,02 \qquad \text{(Éq. 41)}$$

Où :

c_{alt} est le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction mesuré au moyen de la méthode de substitution.

6. Équivalence du cycle d'essai

Au lieu d'utiliser le cycle de freinage WLTP pour calculer le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction, le constructeur peut choisir d'exécuter le trajet n° 10 dudit cycle suivant la procédure définie au paragraphe 4.5 de la présente annexe. Le coefficient calculé pour le trajet n° 10 doit alors être considéré comme équivalent à celui du cycle de freinage WLTP et consigné. En cas de divergence entre les valeurs mesurées, le facteur c déterminé à l'aide du cycle de freinage WLTP doit être retenu.

7. Résultats de l'essai

La méthode de mesure de référence utilisée par le constructeur pour la détermination et la validation du coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction aux fins de l'homologation de type doit être consignée (voir le paragraphe 3.2 de la présente annexe pour plus de détails).

7.1 Compensation du coefficient correspondant à la part du freinage à friction (Déclaration)

7.1.1 Le coefficient spécifique correspondant à la part du freinage à friction calculé conformément à la présente annexe peut être augmenté par le constructeur, cette augmentation pouvant atteindre 50 % de la valeur mesurée ou 0,05 en valeur absolue, la valeur la plus élevée étant retenue.

7.1.2 À la demande du constructeur et avec l'accord de l'autorité d'homologation, le constructeur peut augmenter le coefficient correspondant à la part du freinage à friction calculé suivant la présente annexe jusqu'aux valeurs définies dans le tableau 4 du présent Règlement pour le type d'électrification correspondant ou jusqu'aux valeurs indiquées au paragraphe 7.1.1 de la présente annexe, la valeur la plus élevée étant retenue.