



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/WP.29/2005/55
7 avril 2005

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements
concernant les véhicules (WP.29)
(Cent trente-sixième session, 21-24 juin 2005,
points 5.2.1 et B.2.3.1 de l'ordre du jour)

RAPPORT SUR L'ÉLABORATION D'UN RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL
SUR LA PROCÉDURE D'HOMOLOGATION MONDIALE HARMONISÉE
DES MOTOCYCLES EN CE QUI CONCERNE LES ÉMISSIONS (WMTC)

Communication du représentant de l'Allemagne

Note: On trouvera dans le présent document un rapport sur les travaux d'élaboration d'un règlement technique mondial (rtm) sur la procédure d'homologation mondiale harmonisée des motocycles en ce qui concerne les émissions (WMTC).

Le présent document est un document de travail distribué pour examen et commentaires. Son utilisation à toute autre fin n'engage que la responsabilité de l'utilisateur. Les documents de la CEE sont également disponibles sur le site Internet:

<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm>

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<i>Page</i>
7. CLASSIFICATION DES VÉHICULES	33
8. FACTEURS DE PONDÉRATION POUR LE CALCUL D'UN RÉSULTAT GLOBAL DES ÉMISSIONS MESURÉES LORS DU CYCLE WMTC	36
9. ESSAIS DE VALIDATION DES MESURES D'ÉMISSIONS.....	38
9.1 Information générale.....	38
9.2 Résultats du programme de validation des mesures d'émissions.....	44
10. PROTOCOLE D'ESSAI.....	58
11. EXERCICE COMPARATIF INTERLABORATOIRES	58
12. ÉMISSIONS HORS CYCLE.....	64
13. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.....	64
14. BIBLIOGRAPHIE	65
15. ANNEXE A – DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MODIFICATION DU CYCLE WMTC	66
16. ANNEXE B – VERSION FINALE DU CYCLE.....	77

1. INTRODUCTION

À l'origine (1999), le projet d'élaboration d'un cycle d'essai mondial harmonisé pour le contrôle des émissions des motocycles (WMTC) était une entreprise tripartite lancée en collaboration entre le Ministère de l'environnement des Pays-Bas (VROM), l'organisme TNO Automotive et l'Association internationale des constructeurs de motocycles (IMMA). Dans le cadre de ce projet, le VROM se chargeait d'examiner les aspects politiques de l'élaboration d'un cycle d'essai mondial. L'organisme TNO Automotive, créé par le VROM, assumait les travaux d'étude et la gestion technique du projet. Quant à la contribution de l'IMMA, elle consistait à recueillir des statistiques sur les conditions de la conduite réelle des véhicules à l'échelle mondiale.

À un stade ultérieur (mai 2000), le projet a été placé sous la tutelle du Groupe de travail CEE/WP.29. Conformément aux instructions données par le WP.29, le Groupe d'experts de la pollution et de l'énergie (GRPE) a donné mandat au groupe spécial WMTC pour l'élaboration d'une «procédure d'homologation mondiale harmonisée des motocycles en ce qui concerne les émissions» qui s'inscrirait dans le cadre de l'Accord de 1998 sur les règlements techniques mondiaux (rtm). Depuis octobre 2000, l'organisme RWTUEV Fahrzeug GmbH s'est joint au groupe WMTC. Cet organisme a élaboré une procédure de changement de rapport étroitement liée au cycle d'essai. Ces travaux étaient financés par la Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) d'Allemagne. Depuis mai 2001, RWTUEV Fahrzeug s'est vu attribuer la responsabilité des travaux d'élaboration du cycle, d'établissement d'un protocole d'essai et de coordination du programme de validation sur ordre du Ministère de l'environnement des Pays-Bas (VROM) et avec le soutien du Ministère des transports, de la construction et du logement (BMVBW) d'Allemagne.

Le groupe WMTC était constitué de représentants des organismes ou institutions suivants:

- Commission européenne:
 - Direction générale des entreprises (DG ENTR);
 - Centre commun de recherche (CCR);
- Allemagne:
 - Ministère fédéral des transports, de la construction et du logement (BMVBW);
 - Institut fédéral de recherche routière (BAST);
 - RWTÜV Fahrzeug GmbH, organisme de contrôle technique des véhicules;
 - TÜV NORD Straßenverkehr GmbH;
- Italie:
 - Ministère de l'infrastructure et des transports;
- Japon:
 - Ministère de l'aménagement du territoire, de l'infrastructure et des transports (anciennement Ministère des transports);
 - Ministère de l'environnement (anciennement Agence de l'environnement);
 - Laboratoire national de sécurité de la circulation et de protection de l'environnement (NTSEL);
 - Institut japonais de recherche pour l'automobile (JARI);
 - Centre japonais pour l'internationalisation des normes automobiles (JASIC);

- Pays-Bas:
Ministère de l'environnement des Pays-Bas (VROM);
Organisme TNO Automotive, Delft;
- Espagne:
Institut national de technique aérospatiale (INTA);
- Suisse:
Office fédéral des routes (OFROU), Berne;
Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA), Dübendorf;
Laboratoires des gaz d'échappement de l'École d'ingénieurs de Bienne (HTA);
- Royaume-Uni:
Département des transports;
Ricardo Ltd.;
- États-Unis d'Amérique:
Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA);
Association for Emissions Control by Catalyst (AECC);
Fédération des associations européennes de motocyclistes (FEMA);
Association internationale des constructeurs de motocycles (IMMA).

Compte tenu du calendrier très serré d'exécution des travaux et afin d'améliorer l'efficacité du travail, le groupe WMTC a établi un sous-groupe d'experts qui devait se réunir plus fréquemment que le groupe lui-même et préparer tous les éléments nécessaires pour les discussions et décisions du groupe. Ce sous-groupe a été baptisé WMTC-FE (éléments fondamentaux).

2. OBJECTIF

L'objectif du programme de recherche est d'élaborer une procédure d'essai mondiale harmonisée pour le contrôle des émissions de motocycles, constituée de trois éléments:

- Un cycle d'essai;
- Des prescriptions concernant les changements de rapports;
- Des procédures de prélèvement, de mesure et d'analyse (mises au point en collaboration avec l'ISO).

La procédure d'essai devrait:

- Être représentative des conditions d'utilisation routière des véhicules dans le monde;
- Offrir l'efficacité maximale possible dans la réduction des émissions en circulation réelle;
- Représenter le dernier stade de la technique en matière d'essais, de prélèvement et de mesure;

- Être applicable en pratique aux techniques de réduction des émissions d'échappement existantes et prévisibles;
- Permettre d'établir un classement qualitatif des niveaux d'émissions d'échappement des différents types de moteurs;
- Être compatible avec l'élaboration de critères appropriés en matière d'émissions;
- Inclure des mesures efficaces de prévention de la fraude par détection du cycle.

La procédure d'essai devrait inclure le cycle d'essai et les prescriptions de changement de rapport applicables pour les mesures sur le banc d'essai et les prescriptions concernant les réglages du banc d'essai, tels que détermination de la puissance absorbée, masse d'inertie, conditions de refroidissement, procédure de prélèvement des gaz d'échappement et autres dispositions concernant le fonctionnement du banc d'essai.

3. STRUCTURE DU PROJET

L'élaboration d'un cycle d'essai et de prescriptions sur le changement de rapport sera l'une des tâches relevant du groupe WMTC. Les prescriptions concernant les réglages du banc d'essai ont été élaborées au sein du Groupe de travail 17 de l'ISO TC22 en étroite liaison avec le groupe WMTC. Le tableau 1 fait le point sur le stade d'achèvement des tâches de l'ensemble du projet.

Dans le programme de travail du groupe WMTC, il était prévu deux étapes de validation après l'élaboration du cycle d'essai et des prescriptions sur le changement de rapport. Dans la première étape, il était question d'évaluer les problèmes de conduite du véhicule et dans la deuxième étape il s'agissait d'évaluer les résultats des mesures d'émissions et de les comparer aux résultats donnés par les procédures d'homologation existantes. Les travaux d'étude et les deux étapes de validation sont maintenant achevés. Enfin, il a été exécuté un exercice comparatif interlaboratoires qui a commencé au printemps 2003.

Tableau 1. Structure d'ensemble du projet

Étape	Tâche	Position	Organe responsable
1a	Collecte de statistiques sur le parc de véhicules et l'utilisation de ceux-ci	Achevée	Sous-groupe WMTC-FE
1b	Réévaluation des statistiques sur le parc de véhicules et l'utilisation de ceux-ci	Achevée	
1c	Collecte et analyse de données sur les conditions de conduite réelles	Achevée	
2a	Élaboration du cycle	Achevée	
2b	Élaboration des prescriptions sur le changement de rapport	Achevée	
3a	Problèmes de conduite du véhicule sur le banc	Achevée	
3b	Mise à jour de la procédure de mesure	Achevée	

Étape	Tâche	Position	Organe responsable
3c	Essai de validation des mesures d'émissions	Achevée	Sous-groupe WMTC-FE (suite)
3d	Analyse des résultats des mesures d'émissions	Achevée	
3e	Classification	Achevée	
3f	Facteurs de pondération	Achevée	
4a	Puissance absorbée	Achevée	ISO TC 22, SC 22, WG 17
4b	Définition de la masse d'inertie	Achevée	
4c	Conditions de refroidissement	Achevée	
4d	Procédures de prélèvement des gaz d'échappement	Achevée	
5	Version finale de la procédure de mesure (protocole d'essai y compris le cycle d'essai, prescriptions concernant le changement de rapport, prescriptions additionnelles)	Achevée	Sous-groupe WMTC-FE
6	Prescriptions concernant les émissions hors cycle	Définitions et critères à communiquer par le Groupe de travail des émissions hors cycle du GRPE	
7a	Préparation de l'exercice comparatif interlaboratoires	Achevée	
7b	Exercice comparatif interlaboratoires	Achevée	
7c	Analyse des résultats	Achevée	
8a	Procédure d'essai, texte du rtm sans prescriptions de résultats	Achevée	
8b	Rtm y compris les prescriptions de résultats et prescriptions concernant les émissions hors cycle	En cours d'exécution	

4. ÉLABORATION DU CYCLE

4.1 Approche

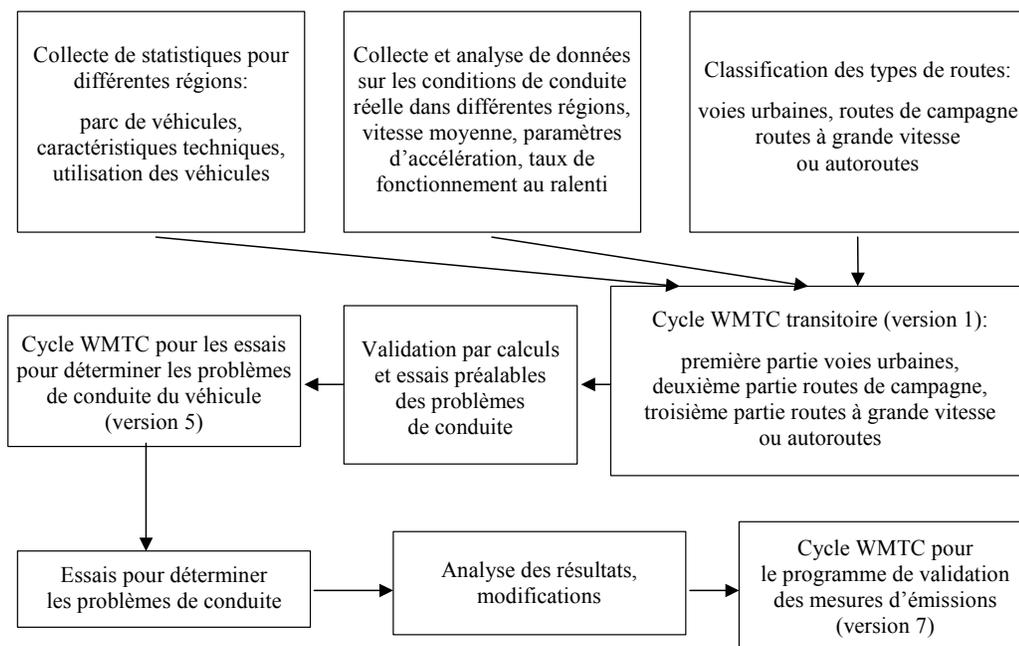
Pour l'élaboration du cycle, on s'est fondé sur la collecte et l'analyse des données sur les conditions de conduite réelles et d'informations statistiques sur l'utilisation des motocycles pour les différentes régions du monde. Ces données devaient inclure toutes les conditions pertinentes d'utilisation réelle du véhicule et servir de base pour l'élaboration du cycle. Dans une deuxième étape, les données sur les conditions de conduite réelles étaient combinées à des statistiques sur l'utilisation des véhicules en vue d'établir une base de données de référence représentative des conditions de conduite des motocycles à l'échelle mondiale. À cette fin, on a utilisé une table de classification pour les paramètres déterminants principaux. Dans le tableau de classification final, il était défini trois régions (Europe, Japon, États-Unis), trois classes de véhicules et trois catégories de routes.

L'étape suivante consistait à condenser ce cycle de référence en un cycle d'essai de la longueur recherchée. À l'aide d'un programme informatique, on choisissait un certain nombre de modules (séquences vitesse/temps entre deux arrêts) pour s'approcher le plus possible de cette longueur. Les caractéristiques statistiques de ce nombre de modules étaient alors comparées à celles de la base de données. La comparaison se faisait sur la base de la méthode du «chi-carré» critère statistique reconnu.

Enfin, il a été établie une première version du cycle d'essai mondial pour le contrôle des émissions de motocycles (WMTC). Il était prévu que celui-ci devrait vraisemblablement être modifié sur la base d'une évaluation concernant les problèmes de conduite du véhicule et les aspects pratiques de la procédure de mesure. Étant donné qu'il s'agit d'un processus itératif par nature, plusieurs exercices d'adaptation, y compris les essais pour déterminer les problèmes de conduite du véhicule, ont été exécutés.

Un diagramme logique résumant le processus d'élaboration est présenté au tableau 2.

Tableau 2. Diagramme logique des travaux d'élaboration du cycle



4.2 Données sur les conditions de conduite réelles

Comme il a été dit plus haut, le processus d'élaboration du cycle se fondait sur des données concernant les conditions de conduite réelles et des informations statistiques sur l'utilisation des motocycles dans différentes régions du monde. Pour combiner ces données d'une part et ces statistiques d'autre part sous la forme d'une base de données de référence, on a utilisé une table de classement pour les principaux paramètres. Cette table dans sa version finale prend en compte trois régions différentes, trois classes de véhicules différentes et trois catégories de routes différentes.

Les données sur les conditions de conduite réelles utilisées pour le projet WMTC se composaient des sous-ensembles suivants:

- Données recueillies en Europe:
 - 1994, groupe ACEM – mesures effectuées à Paris et à Pise;
 - 1994, groupe JAMA – mesures effectuées à Amsterdam et à Francfort;
 - 1999, ACEM – mesures effectuées dans les environs de Pise (Italie), de Mandeuve (France) et de Munich (Allemagne);
 - École d'ingénieurs de Bienne (Suisse) – mesures effectuée à Bienne (Suisse) et dans les environs;
 - Université technique de Darmstadt (Allemagne) – mesures effectuées dans les environs de Darmstadt;
- Données recueillies au Japon:
 - 1992, projet JMOE – mesures effectuées dans la zone de Tokyo;
 - 1997, projet JAMA – mesures effectuées dans la zone de Tokyo;
 - 2000, projet JAMA/JARI – mesures effectuées dans la zone de Tokyo, y compris les autoroutes. Les données sont seulement utilisées pour le modèle relatif au changement de rapport;
- Données recueillies en Chine:
 - Mesures effectuées dans la zone de Ji Nan par le centre technique du motorcycle de l'Institut de recherche sur les moteurs à combustion interne de Tianjin, rattaché à l'Université de Tianjin (Chine);
- Données recueillies aux États-Unis:
 - 1999, projet USMMA – mesures effectuées à Birmingham, Alabama (États-Unis).

La durée totale dans le temps et le kilométrage total sur lesquels sont basés ces sous-ensembles de données en utilisation réelle sont indiqués au tableau 3. Le tableau 4 regroupe les données de l'échantillon de véhicules.

Tableau 3. Durée totale et kilométrage total pour les ensembles de données statistiques sur l'utilisation réelle

Sous-ensemble	Durée totale (h)	Distance totale (km)
ACEM 1999, Europe	175	9 940
Bienne, Suisse	17	590
Darmstadt, Allemagne	109	6 370
JMOE 1992, Japon	17	398
JAMA 1997, Japon	14	306
JAMA/JARI 2000, Japon	29	1 185
Chine	7	190
USMMA 1999, États-Unis	150	8 245
Total	518	27 224

**Tableau 4. Échantillon de véhicules utilisés pour la base de données
sur les conditions de conduite réelles**

Région	Sous-ensemble	Véhicules		Cylindrée (cm ³)	Puissance nominale (kW)	Rapport puissance/masse (kW/t)	
EUROPE	IMMA 1994, Groupe ACEM	Piaggio	80	80	≈ 6	≈ 30	
		Cagiva	125	125	≈ 11	≈ 55	
		Triumph	Trident 900	885	70	245	
		Ducati	916	916	80	295	
		BMW	R 1100 RS	1 085	66	225	
		Harley Davidson	FLST	1 340	67	105	
	IMMA 1994, Groupe JAMA	Peugeot	SX 80	73	≈ 7	≈ 45	
		Yamaha	DT 125	124	≈ 9	≈ 50	
		Suzuki	DR 350 S	349	22	105	
		Kawasaki	GDZ 500 S	498	25	100	
		Honda	Transalp	583	37	137	
	IMMA 1999	Peugeot	Elyseo	100	6,4	35	
		Piaggio	Liberty	125	7,3	40	
		Aprilia	Classic	125	11	47	
		Piaggio	Vespa ET 4	150	8,4	44	
		Yamaha	XV 535 S	535	35	130	
		BMW	R 850 R	850	52	164	
		Honda	CBR 1100 XX	1 100	110	335	
	Bienne	Harley Davidson	Electraglide	1 450	49	117	
		Honda	CB 450 S	450	≈ 38	≈ 150	
		Darmstadt	Honda	CB 500 (25 kW)	500	25	93
			Suzuki	GSX R 600	600	72	263
	BMW		(GSX R 600)	600	57	179	
	JAPON	JMOE 1992	Japon A	Scooter	49	5	36
			Japon B	Scooter	99	6,6	42
			Japon C		249	21	102
Japon D				399	34	125	
JAMA 1997		Yamaha	Scooter	49	5	35	
		Honda	CB 400	399	39	146	
JAMA/JARI 2000		Japon 1		399	39	139	
		Japon 2		599	57	187	
		Japon 3		998	68	197	

Région	Sous-ensemble	Véhicules		Cylindrée (cm ³)	Puissance nominale (kW)	Rapport puissance/masse (kW/t)
CHINE	Technique du motocycle de Tianjin	Qingqi (Suzuki)	QS 125	125	7,3	38
ÉTATS-UNIS	IMMA 1999	Piaggio	Typhoon	125		
		Kymco		125		
		KTM	LXC 400	400	39	172
		Yamaha	Virago	535	34	124
		BMW	R 1100 RS	1 085	67	224
		Harley Davidson	FLHCT	1 300	41	96
		Honda	Valkyrie	1 500	75	181

4.3 Composition du parc de véhicules et utilisation des véhicules

Le contenu de ce chapitre est tiré du [1].

Parc de véhicules

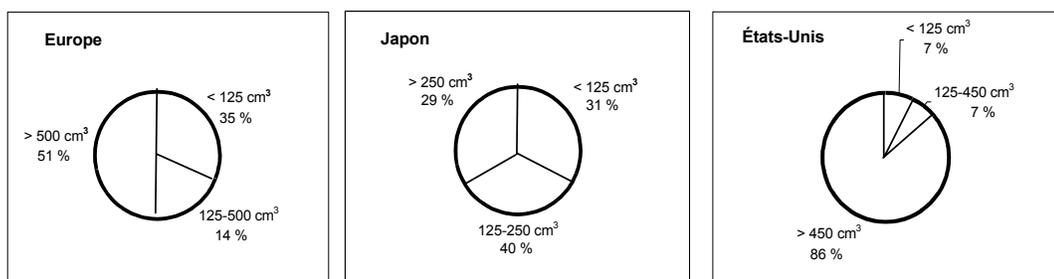
Des données statistiques ont été communiquées par les partenaires du projet représentant l'industrie sur les parcs de véhicules locaux tels qu'ils existent dans différentes régions du monde. Il ne doit pas être perdu de vue cependant que les données disponibles ne sont pas très fiables. Un problème évident se posant fréquemment dans le cas de statistiques recueillies auprès de sources très différentes est le manque de cohérence. On s'est efforcé autant que possible de limiter les données aux motocycles de plus de 50 cm³, bien qu'il n'apparaisse pas toujours clairement si les statistiques disponibles incluent ou excluent la classe de véhicules inférieure à cette cylindrée. L'évaluation des données statistiques reçues permet néanmoins de tirer des conclusions suffisamment fiables sur la composition du parc de véhicules dans différentes régions du monde:

- Le parc européen est principalement constitué d'une part de véhicules de petite cylindrée, principalement scooters, et d'autre part de gros motocycles de sport ou de tourisme, les véhicules moyens étant peu représentés. La répartition entre ces catégories dépend étroitement du pays; en gros, on trouve dans les pays nordiques une forte proportion de gros motocycles, tandis que dans les pays méridionaux on rencontre surtout des engins de petite cylindrée;
- Au Japon, la proportion de véhicules de petite cylindrée est la même qu'en Europe, mais il existe une proportion plus ou moins égale de véhicules de cylindrée moyenne. Les motocycles de très grosse cylindrée sont rares au Japon;
- Aux États-Unis, les motocycles sont généralement des engins de grosse cylindrée (le plus souvent supérieure à 750 cm³) et rarement des engins de petite ou moyenne cylindrée.

Cette répartition est indiquée schématiquement dans le tableau 5.

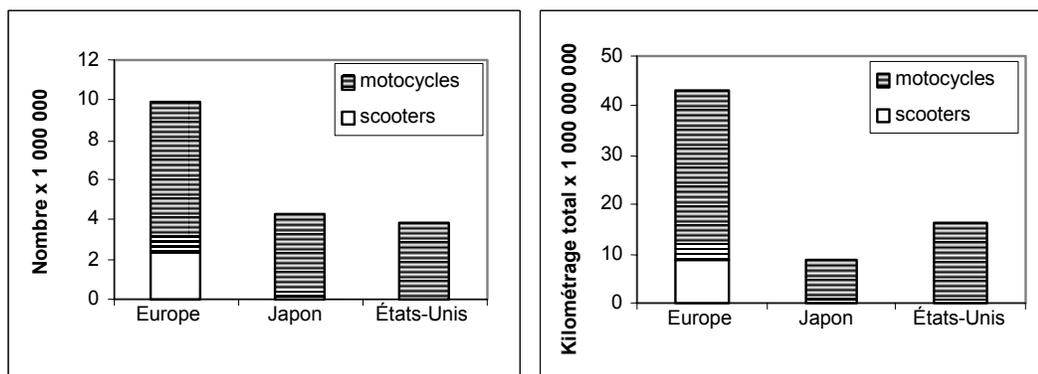
Tableau 5. Composition du parc de véhicules en Europe, au Japon et aux États-Unis en 1997

On notera que les classes ne sont pas les mêmes pour toutes les régions, les données disponibles étant subdivisées différemment [1].



L'effectif total du parc pour l'Europe (y compris deux États non membres de l'Union européenne, Suisse et Norvège), le Japon et les États-Unis, ainsi que le kilométrage annuel parcouru sont indiqués dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6. Effectif total du parc (figure de gauche) et kilométrage annuel total parcouru (figure de droite) dans les trois régions [1]



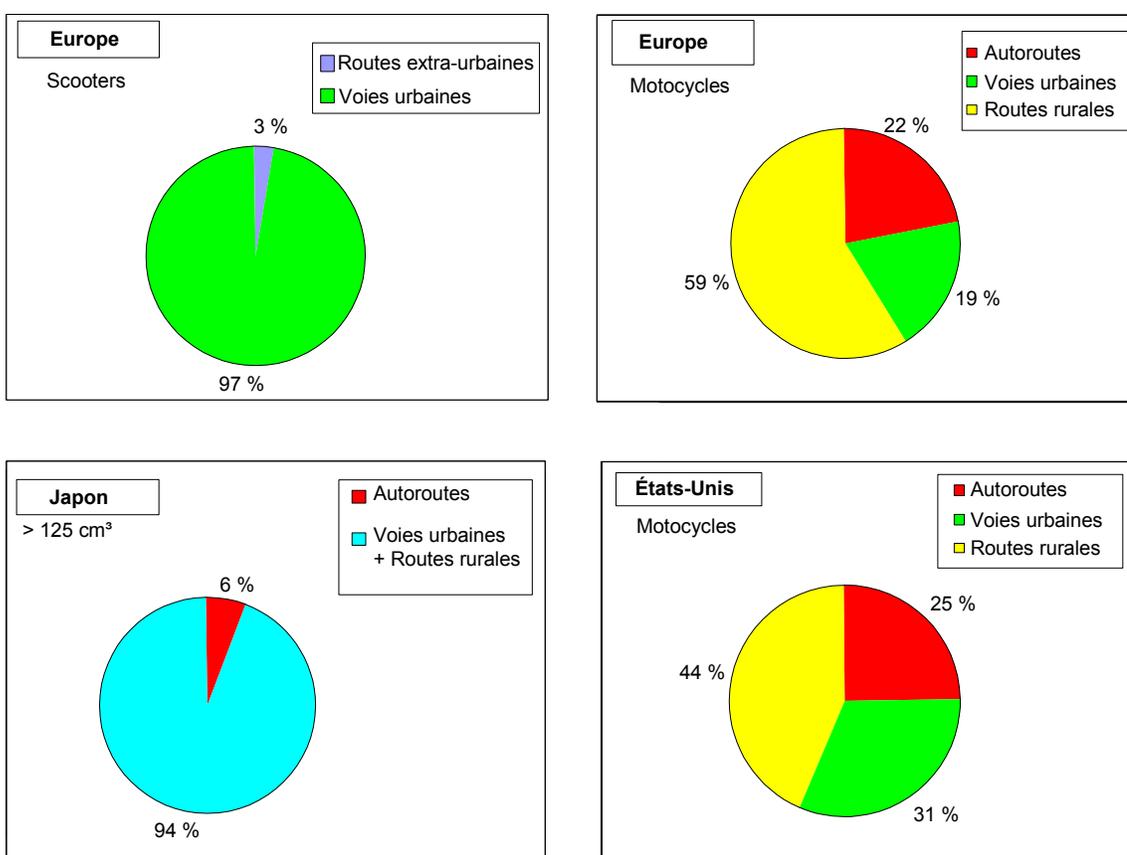
Pour le Japon et les États-Unis, on ne dispose pas de chiffres sur le parc de scooters.

Utilisation des véhicules

Un problème qui se pose d'emblée lorsqu'il s'agit de comparer l'utilisation des véhicules sur différents types de route dans diverses régions du monde est que les définitions et même les catégories de routes ne sont pas rigoureusement comparables. Toute comparaison est donc entachée d'une certaine approximation. Les informations ci-après ont été communiquées par les membres de l'IMMA.

En Europe, l'utilisation typique des véhicules dépend dans une forte mesure de la classe de véhicules et du pays. D'après une enquête effectuée auprès des utilisateurs par l'un des principaux fabricants de scooters, les engins de petite cylindrée (principalement des scooters) sont presque exclusivement utilisés en circulation urbaine. La longueur moyenne des trajets est faible. Ce mode d'utilisation est dominant dans les pays du sud de l'Europe. D'après une autre enquête effectuée par l'Université technique de Darmstadt [2], les engins de grosse cylindrée sont principalement utilisés pour des déplacements de loisirs. La longueur moyenne de trajet est élevée. Cette utilisation se situe principalement sur les routes de campagne, car les utilisateurs sont des passionnés qui aiment les parcours exigeant une certaine adresse. Ces informations cadrent avec celles obtenues aux Pays-Bas et elles semblent correspondre au mode d'utilisation dominant dans les pays du nord de l'Europe.

**Tableau 7. Utilisation typique par type de route
(données tirées de [1], mais corrigées pour les États-Unis)**



À propos du Japon, les informations disponibles indiquent que la majorité du kilométrage s'accomplit sur les routes secondaires y compris les voies urbaines. La vitesse maximale sur les routes rurales est de 60 km/h. Sur les autoroutes, depuis octobre 2000, la vitesse maximale prescrite est de 100 km/h; avant cette date elle était de 80 km/h. Les véhicules de moins de 125 cm³ ne sont pas admis sur les autoroutes, mais même pour les véhicules de plus grosse cylindrée, la part de trajets accomplis sur autoroute est faible. Les trajets pour se rendre au travail

et pour faire des achats représentent une forte proportion des déplacements au Japon. Dans la classe des véhicules de moins de 125 cm³, les déplacements professionnels représentent une part importante (26 %), alors que pour les classes supérieures à 125 cm³, les trajets de loisirs prennent de plus en plus d'importance (34 % pour la classe 125 à 250 cm³ et 49 % pour la classe plus de 250 cm³). Les kilométrages annuels totaux cependant restent faibles; on peut en déduire que la longueur moyenne des trajets est réduite et que les vitesses moyennes sont basses.

Aux États-Unis la proportion d'utilisation urbaine est plus élevée qu'en Europe, et inversement l'utilisation sur les routes rurales représente une part plus réduite. Quant à l'utilisation sur autoroute elle est équivalente en gros à celle observée en Europe du Nord. Les kilométrages annuels sont relativement faibles, ce qui semble correspondre à des trajets courts.

Des chiffres sur les kilométrages annuels sont difficiles à obtenir, mais quelques informations sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 8. Kilométrages annuels approximatifs par classe de cylindrée et par région (données tirées de [1], mais corrigées pour les États-Unis)

Classe	Région	Kilométrage annuel
Cylindrée: < 150 cm ³	Europe	2 500-5 000 km
	Japon	Approximativement 1 400 km
	États-Unis	3 000-3 500 km
Cylindrée: 150-450 cm ³	Europe	Approximativement 3 500 km
	Japon	Approximativement 2 300 km
	États-Unis	3 750-4 250 km
Cylindrée: > 450 cm ³	Europe	Approximativement 5 000 km
	Japon	Approximativement 2 400 km
	États-Unis	5 000-5 500 km

4.4 La base de données de référence

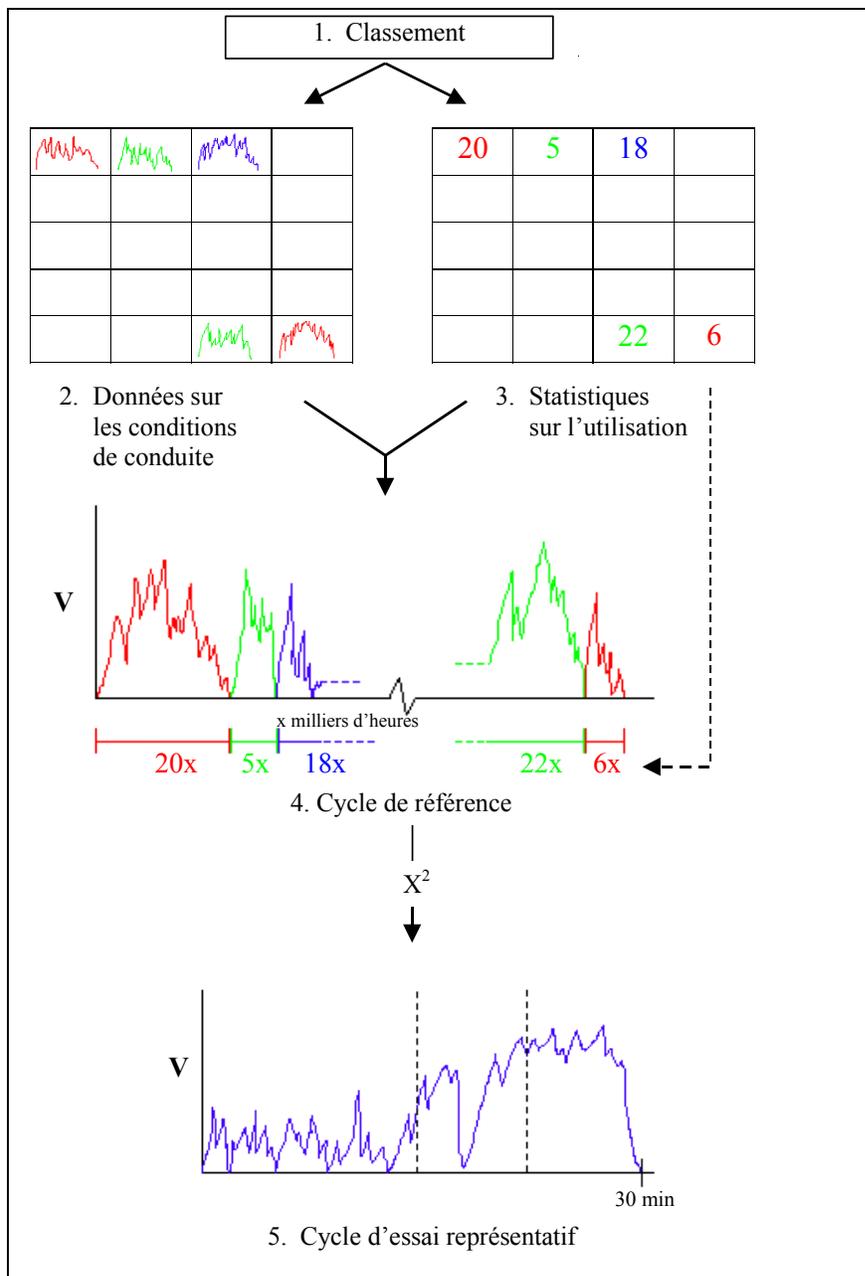
Il était prévu à l'origine d'établir la base de données de référence en combinant les données sur les conditions de conduite réelles avec les statistiques sur l'utilisation des véhicules (voir le tableau 9). À cette fin on aurait utilisé une table de classification pour les principaux paramètres. Dans la table, trois régions, trois classes de véhicules et trois catégories de routes auraient été prises en compte.

La base de données de référence aurait alors été une combinaison de données représentatives sur la conduite réelle exprimées en termes de vitesse du véhicule pour chaque case de la table de classification avec des facteurs de pondération correspondants.

Étant donné cependant que les données sur l'utilisation des véhicules n'étaient pas suffisamment fiables et que le groupe WMTC n'avait pas pu parvenir à un compromis en ce qui concerne la classification des véhicules, la solution suivante a été adoptée.

Le cycle devait être constitué de trois parties, dont chacune représenterait une catégorie de routes. La partie 1 s'effectuerait à faible vitesse et serait principalement représentative de la circulation urbaine; la partie 2 s'exécuterait à vitesse moyenne et représenterait la circulation sur route rurale à vitesse modérée; quant à la partie 3 elle serait accomplie à vitesse plus élevée et représenterait la circulation sur les grandes routes extra-urbaines et autoroutes. La partie 1 devrait inclure un démarrage à froid.

Tableau 9. Diagramme logique de la procédure d'élaboration d'un cycle d'essai à partir d'une base de données de grande capacité à distribution aléatoire, données tirées de [1]



En mesurant les émissions séparément pour chaque partie, il est possible avec cette approche d'effectuer des essais de validation sur la base d'une classification provisoire des véhicules et de tenir compte des statistiques sur l'utilisation des véhicules en appliquant des facteurs de pondération aux résultats de chaque partie. En conséquence, les données sur la conduite réelle étaient subdivisées en trois classes correspondant aux trois catégories de routes précitées.

Étant donné qu'on ne disposait pas d'informations sur les catégories de routes pour toutes les données relatives aux conditions de conduite réelles, et que la classification pouvait varier d'une région à l'autre, on a tenté de caractériser les catégories de routes, pour un véhicule pour lequel ces catégories étaient connues, sur la base de la longueur des modules de vitesse des véhicules et de la vitesse moyenne correspondant à ces modules. Par module, on entend une séquence de vitesse entre deux arrêts. Cette opération n'a pas donné les résultats escomptés en partie à cause des trajets choisis. Un deuxième essai, sur la base de la vitesse moyenne et de la vitesse maximale par module a donné des résultats plus prometteurs. On obtenait ainsi une différenciation raisonnable entre les catégories de routes. Le principal problème de chevauchement se situait entre circulation sur route rurale rapide et sur autoroute, mais on a estimé qu'il était tolérable étant donné que ces deux catégories devaient constituer une classe unique.

En fin de compte, il a été choisi une approche caractérisant les modules sur la base d'une distribution de vitesse. Cette méthode avait été utilisée antérieurement pour un problème similaire de caractérisation de l'utilisation sur route des voitures particulières à propulsion hybride. À cette fin, pour chaque module on a calculé la proportion de vitesses inférieures à 60 km/h, comprises entre 60 et 90 km/h et supérieures à 90 km/h. Ensuite, on a appliqué la répartition suivante:

Tableau 10. Répartition de modes de conduite entre les trois parties du cycle

Répartition des modes de conduite	
Partie 1	0-60 km/h \geq 80 %
	> 90 km/h = 0 %
	$v_{\max} \leq$ 80 km/h
	En outre: longueur de la séquence \geq 1 m
Partie 2	0-60 km/h \leq 70 %
	60-90 km/h \geq 30 %
	> 90 km/h \leq 50 %
	$v_{\max} \leq$ 110 km/h
Partie 3	0-60 km/h \leq 20 %
	> 90 km/h \geq 50 %

Cette approche a été retenue en tant que solution réaliste. La prescription additionnelle énoncée pour la partie 1 a été introduite pour empêcher que la circulation au pas puisse être choisie comme mode de conduite représentatif. Le système de répartition a ensuite été appliqué à toutes les données.

La seconde étape a consisté à condenser ces cycles de référence en parties du cycle d'essai de la durée voulue, fixée à 600 s pour chaque partie. Un programme de recherche informatisé a été alors élaboré par l'organisme TNO pour choisir un certain nombre de modules (séquences vitesse/temps entre deux arrêts) représentant approximativement cette durée. Les caractéristiques statistiques de ces modules étaient alors comparées à celles de la base de données correspondante.

La comparaison a été effectuée sur la base de la méthode chi-carré pour la table accélération/vitesse (table v * a). Les ensembles de modules ayant la plus faible valeur du coefficient chi-carré ont alors été choisis comme représentant la combinaison idéale. On a donc d'abord déterminé les longueurs idéales des divers modules, puis choisi les modules les plus représentatifs correspondant à ces longueurs. Les modules ayant été sélectionnés, on a ajouté les arrêts. Le temps total d'arrêt a été tiré des statistiques. Ce temps total d'arrêt était alors divisé en arrêt sur la base de la distribution statistique des durées d'arrêt dans la base de données sur la conduite réelle. Un premier projet de cycle d'essai pour le contrôle des émissions des motocycles (WNTC) a ensuite été établi.

Les travaux d'élaboration du cycle ont été menés en étroite collaboration entre le JARI, le TNO et le RWTÜV. La contribution du JARI était une analyse approfondie des données sur l'utilisation réelle en vue des travaux d'élaboration du cycle, pour déterminer les distributions statistiques de la vitesse du véhicule, de la durée de marche au ralenti, de la longueur des trajets, et des phases d'accélération, de décélération et de vitesse stabilisée (voir [5] et [6]).

4.5 Modifications du projet du cycle et version finale

Il était prévu que le premier projet serait modifié sur la base des résultats d'une évaluation concernant les problèmes de conduite du véhicule et l'exécution pratique de la procédure de mesure. Étant donné qu'il s'agissait par nature d'un processus itératif, il a été exécuté plusieurs exercices d'adaptation, qui incluaient la première étape du programme de validation.

Les modifications ci-après ont été appliquées au cours de la phase de validation et des essais de conduite du véhicule sur le banc:

- Suppression d'un module ultra court comprenant des vitesses de circulation inférieures à 20 km/h dans la partie 1;
- Subdivision d'un module extrêmement long, dans la partie 1, en trois sections qui étaient plus représentatives de la circulation urbaine;
- Remplacement de trois modules de la partie 1 par des modules plus représentatifs;
- Correction de la répartition du temps de marche au ralenti pour la partie 1;

- Modification de l'ordre hiérarchique des modules de la partie 1 en ce qui concerne les prescriptions pour le démarrage à froid;
- Lissage des fluctuations au cours des phases du cycle quasi constantes des parties 2 et 3 pour supprimer les fluctuations non représentatives du signal de vitesse causées par l'incertitude sur la mesure de la vitesse;
- La vitesse maximale, pour la partie 3, a été fixée à 125 km/h;
- La courbe accélération/temps a été lissée pour éliminer les variations trop fortes du taux d'accélération susceptibles de causer des problèmes de conduite pratique tels que patinage du pneu;
- Les valeurs de décélération les plus fortes ont été réduites pour tenir compte du fait que seul le frein de la roue motrice agit sur le rouleau du banc;
- Pour réduire le risque de patinage du pneu, les valeurs da/dt ont été limitées comme suit:

$$-0,8 \text{ m/s}^2/\text{s} \leq da/dt \leq +0,8 \text{ m/s}^2/\text{s}.$$

En conséquence, on a modifié la programmation de la vitesse du véhicule jusqu'à ce que da/dt soit compris dans cette plage;

- Une partie 1 spéciale du cycle, appelée «partie 1, 50 cm³», a été créée pour les motocycles à faible puissance, dont les caractéristiques techniques sont proches de celles des cyclomoteurs, en limitant la vitesse maximale au cours de la partie 1 à 50 km/h et en limitant les valeurs d'accélération et de décélération à +2/-2 m/s².

Bien que la version 7 du cycle WMTC ait été basée sur une courbe d'accélération lissée pour éviter les variations excessives de l'accélération en fonction du temps, la question du patinage du pneu a été soulevée à nouveau aux réunions du WMTC à Madrid (17 décembre 2001) et à Genève (16 janvier 2002). En conséquence il a été exécuté une étude additionnelle sur ce problème. L'analyse se fondait sur les résultats de 4 véhicules (2 provenant des États-Unis et 2 du Japon) pour lesquels des données seconde par seconde sur la vitesse des rouleaux ainsi que la vitesse de la roue avaient été communiquées au WMTC, ainsi que pour le règlement FTP (États-Unis) et le Règlement CEE (TRIAS) n° 40. Cette dernière mesure avait seulement été effectuée au Japon. Les véhicules japonais appartenaient aux classes P1 et 2, les véhicules des États-Unis à la classe P3 (voir chap. 9). La catégorie «classe P» s'applique à la classification provisoire appliquée pour les essais de validation des mesures d'émissions (voir chap. 7).

Pour déterminer le taux de patinage du pneu, on a calculé la différence entre la vitesse de rotation de la roue et la vitesse de rotation du rouleau, qui a ensuite été divisée par la vitesse du rouleau et exprimée en pourcentage. Par conséquent, un patinage du pneu donne des valeurs positives alors qu'un blocage donne des valeurs négatives. En outre, la variation du taux d'accélération par seconde a été calculée pour les valeurs d'accélération jusqu'à la vitesse prescrite.

Dans la majorité des cas, les taux de patinage du pneu égaux ou supérieurs à 50 % ont été obtenus lors du départ depuis l'arrêt, non seulement pour le cycle WMTC, mais aussi, ce qui est plus surprenant, pour l'essai FTP (États-Unis) et le Règlement CEE (TRIAS) n° 40. Les résultats de l'analyse indiquent que les conditions dynamiques de l'essai WMTC n'engendrent pas plus de risque de patinage des pneus que les cycles d'homologation existants. Comme on l'avait déjà conclu sur la base des résultats intermédiaires et de l'analyse des réponses au questionnaire sur le patinage des pneus, ce problème est lié à certaines combinaisons pneu/rouleau (voir chap. 6). Néanmoins, il a été décidé au sein du groupe WMTC que le risque de patinage du pneu devrait être limité pour le cycle WMTC par limitation de la variation du taux d'accélération en vue d'améliorer l'exécution pratique, quelle que soit la situation pour ce qui est des cycles existants.

Lors de la réunion du WMTC-FE en avril 2002 à Tokyo, la délégation japonaise a proposé d'établir une version spéciale de la partie 1 avec une vitesse maximale de 50 km/h pour les motocycles de faible puissance ayant des caractéristiques techniques proches de celles des cyclomoteurs. Étant donné qu'il existe seulement un module, dans la partie 1, pour lequel les vitesses du véhicule sont supérieures à 50 km/h (module 3), ce module seulement a été modifié. La première partie a été remplacée par un module provenant de la mesure en conduite réelle sur le véhicule 6 (ce module était le plus proche de celui existant) et, pour la deuxième partie, la vitesse a été abaissée pour satisfaire à la limitation de 50 km/h.

Comme conséquence du compromis atteint en ce qui concerne les classes de véhicules, il a été nécessaire d'établir des versions additionnelles à vitesse réduite du cycle également pour les parties 2 et 3 de l'essai. Pour garantir que les conditions dynamiques des parties du cycle à vitesse réduite restent le plus proche possible de celles des versions normales, la courbe de vitesse n'a pas été simplement limitée par un abaissement de la valeur maximale, mais, sur tout le module comprenant la phase de vitesse maximale, on a réduit la vitesse depuis la première phase d'accélération jusqu'à la dernière phase de décélération (voir le tableau 13). Pour des raisons de cohérence, cette approche a été appliquée également à la partie 1 si bien que la deuxième version de la partie 1 (vitesse réduite) diffère légèrement de la première version.

Toutes les modifications appliquées au cours des exercices d'adaptation sont décrites à la section 15, ANNEXE A.

DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MODIFICATION DU CYCLE WMTC.

Les tableaux contenant la version 9 sont présentés à la section 16. ANNEXE B – VERSION FINALE DU CYCLE.

La version finale est présentée dans les tableaux 11 à 13. Chaque partie du cycle a une durée de 600 s. La partie 1, qui représente la conduite urbaine, est constituée de huit modules interrompus par des arrêts au ralenti. La vitesse maximale est de 60 km/h pour la version normale et de 50 km/h pour la version à vitesse réduite. La partie 2, représentant la circulation sur routes rurales secondaires, est constituée de deux modules, la vitesse maximale étant de 95 km/h pour la version normale et de 85 km/h pour la version à vitesse réduite. La partie 3, qui correspond à la circulation sur routes rurales rapides et autoroutes, est constituée d'un module, avec une vitesse maximale de 125 km/h pour la version normale et de 111 km/h pour la version à vitesse réduite.

Les caractéristiques du cycle d'essai WMTC sont résumées dans les tableaux 14 et 15. Les définitions des modes sont données au tableau 16.

Tableau 11. Cycle d'essai WMTC, partie 1

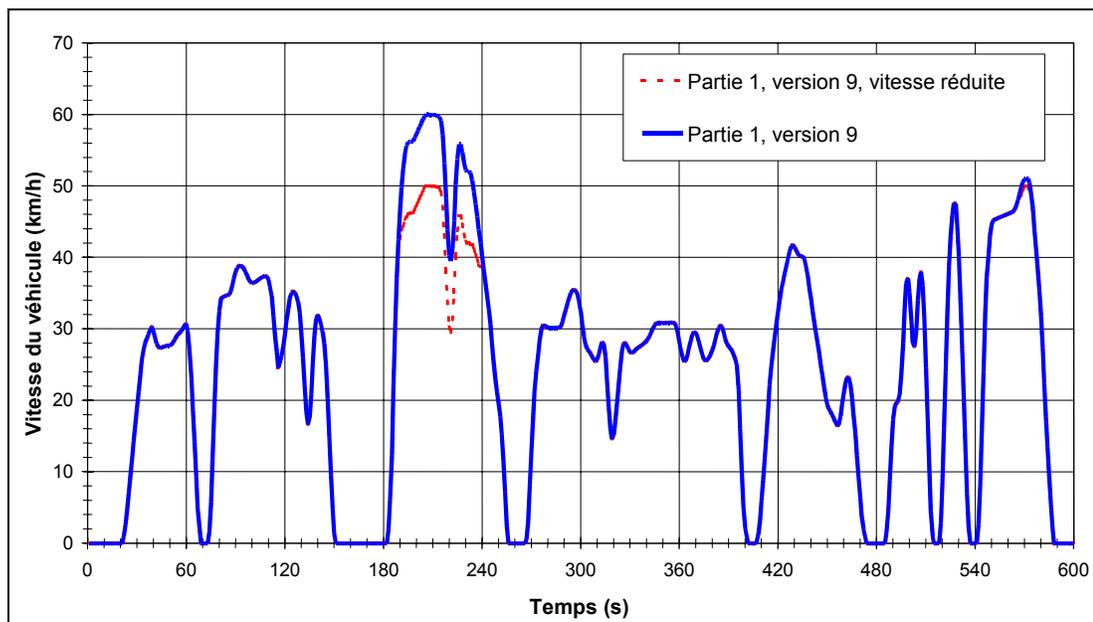


Tableau 12. Cycle d'essai WMTC, partie 2

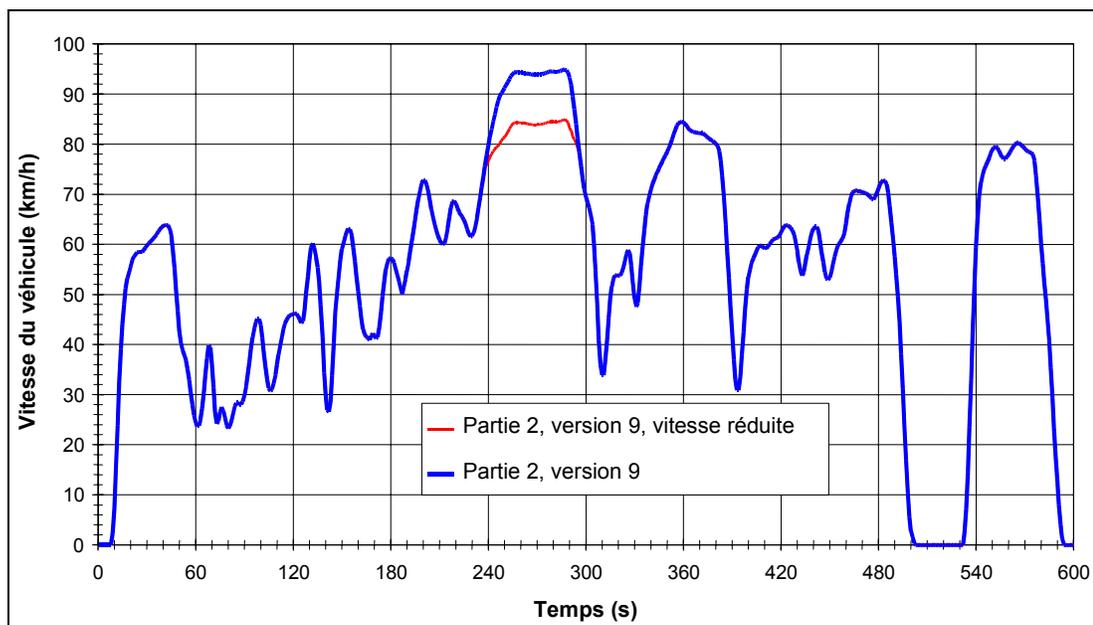


Tableau 13. Cycle d'essai WMTC, partie 3

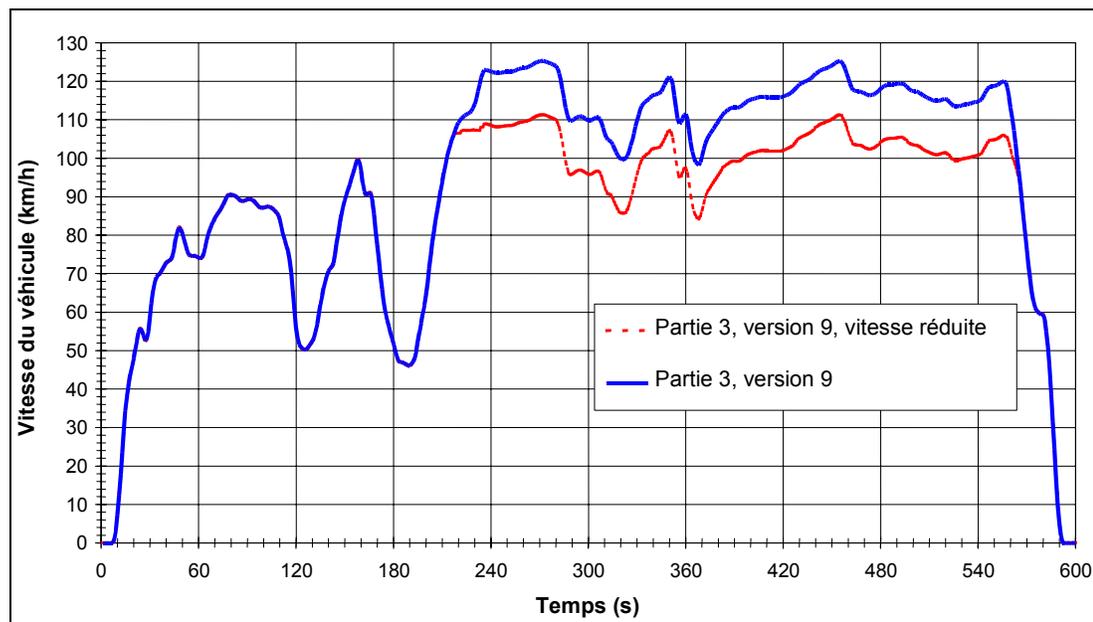


Tableau 14. Caractéristiques du cycle d'essai WMTC (1)

Partie	Durée (s)	Distance (m)		Vitesse moyenne (km/h)		Accélération maximum (m/s ²)		Décélération maximum (m/s ²)	
		Normale	Réduite	Normale	Réduite	Normale	Réduite	Normale	Réduite
1	600	4 065	3 933	24,4	23,6	2,51	2,51	-2,00	-2,00
2	600	9 111	8 969	54,7	53,8	2,68	2,68	-2,02	-2,02
3	600	15 736	14 436	94,4	86,6	1,56	1,56	-2,00	-2,00

Tableau 15. Caractéristiques du cycle d'essai WMTC (2)

Partie	Temps de ralenti (%)	Temps d'accélération (%)	Temps de décélération (%)	Temps de vitesse stabilisée (%)	Accélération moyenne (mode accélération) (m/s ²)	Décélération moyenne (mode accélération) (m/s ²)	Vitesse stabilisée moyenne (mode vitesse stabilisée) (km/h)
1, normale	17,0	28,3	28,2	26,5	0,69	-0,69	35,3
1, réduite	17,0	28,2	27,5	27,3	0,67	-0,69	34,5
2, normale	7,3	35,5	28,3	28,8	0,58	-0,73	70,4
2, réduite	7,3	34,3	28,3	30,0	0,59	-0,72	68,8
3, normale	2,5	25,7	18,5	53,3	0,47	-0,68	108,6
3, réduite	2,5	23,8	18,3	55,3	0,48	-0,65	97,9

Tableau 16. Définition des modes d'essai

4 modes	Définition
Mode ralenti	Vitesse du véhicule < 5 km/h <u>et</u> -0,5 km/h/s (-0,139 m/s ²) < accélération < 0,5 km/h/s (0,139 m/s ²)
Mode accélération	Accélération ≥ 0,5 km/h/s (0,139 m/s ²)
Mode décélération	Accélération ≤ 0,5 km/h/s (0,139 m/s ²)
Mode vitesse stabilisée	Vitesse du véhicule ≥ 5 km/h <u>et</u> -0,5 km/h/s (-0,139 m/s ²) < accélération < 0,5 km/h/s (0,139 m/s ²)

5. ÉLABORATION DES PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES CHANGEMENTS DE RAPPORTS

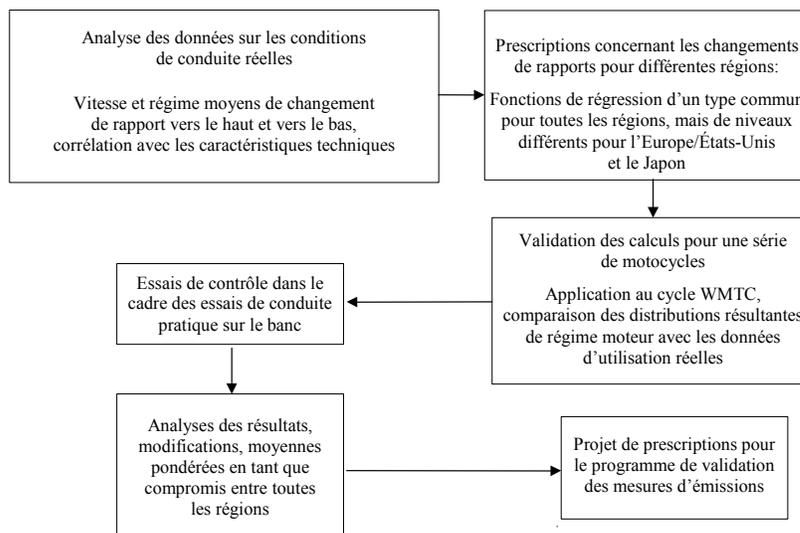
5.1 Approche adoptée

Pour l'élaboration des prescriptions concernant les changements de rapports, on s'est basé sur une analyse des points de changement de rapport selon les données sur les conditions d'utilisation réelle. Afin de disposer de relations généralisées entre les caractéristiques techniques des véhicules et les vitesses de changement de rapport, les régimes du moteur étaient normalisés à la bande utilisable entre le régime nominal et le régime de ralenti.

Dans une deuxième étape, les vitesses limites (vitesse du véhicule et régime moteur normalisé) pour les changements de rapports vers le haut et vers le bas ont été déterminées et rassemblées dans une table distincte. Les valeurs moyennes de ces vitesses pour chaque rapport et véhicule ont été calculées et corrélées avec les caractéristiques techniques des véhicules.

Un diagramme logique de la procédure d'élaboration des prescriptions est donné au tableau 17.

Tableau 17. Diagramme logique de l'élaboration des prescriptions concernant les changements de rapports



Les résultats des analyses et calculs peuvent être résumés comme suit:

- Les pratiques de changement de rapport sont liées au régime moteur plutôt qu'à la vitesse du véhicule;
- La meilleure corrélation entre les régimes de changement de rapport et les données techniques a été obtenue entre les régimes normalisés et le rapport puissance/masse (puissance nominale/masse en ordre de marche + 75 kg), voir tableau 18;
- Les variations résiduelles ne peuvent s'expliquer par d'autres caractéristiques techniques ou par des rapports de transmission différents. Ils sont probablement dus à des différences relatives aux conditions de circulation et au comportement du pilote;
- La meilleure approximation entre les régimes de changement de rapport et le rapport puissance/masse a été constatée pour les fonctions exponentielles, voir tableau 18;
- La fonction de changement de rapport pour le premier rapport est sensiblement plus basse que pour tous les autres rapports de boîte;
- Une approximation des régimes de changement de rapport pour tous les autres rapports peut être donnée par une seule fonction commune;
- Aucune différence n'est apparue entre les boîtes à cinq vitesses et les boîtes à six vitesses;
- Les pratiques en matière de changement de rapport au Japon sont très différentes, en conditions équivalentes, de celles observées en Europe et aux États-Unis, voir tableau 18.

Pour trouver un compromis raisonnable entre les trois régions, une nouvelle fonction d'approximation pour les régimes normalisés de changement de rapport vers le haut en fonction du rapport puissance/masse a été calculée en tant que moyenne pondérée de la courbe Europe/États-Unis (avec une pondération de 2/3) et la courbe Japon (avec une pondération de 1/3), voir tableau 19.

Tableau 18. Corrélation entre les régimes maximum normalisés de changement de rapport vers le haut et le rapport puissance/masse

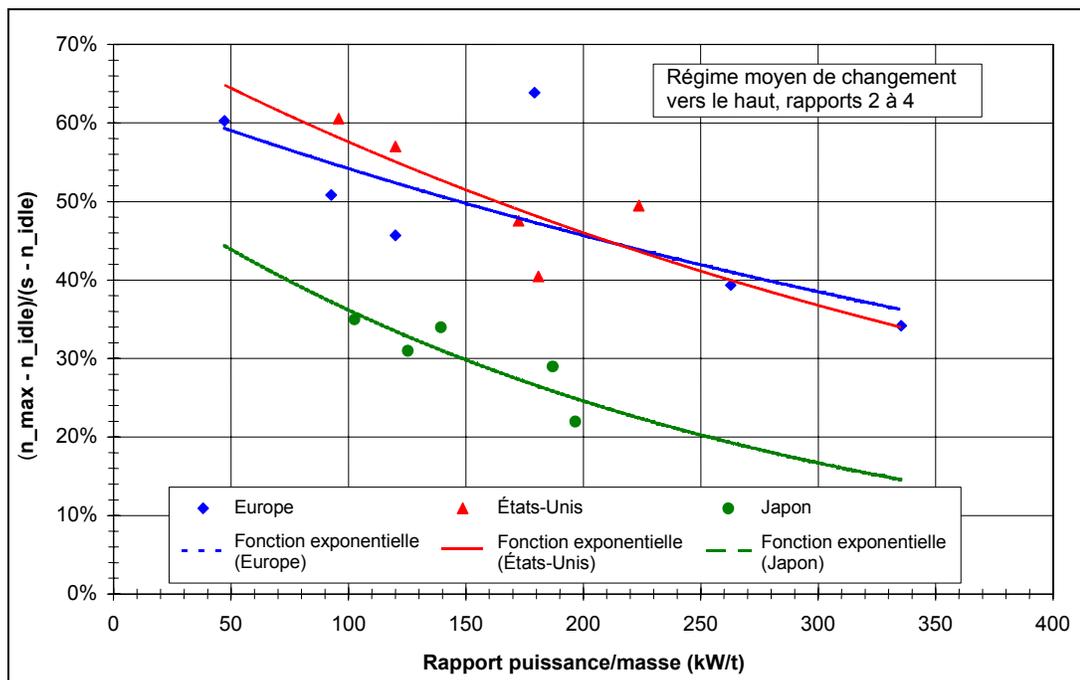
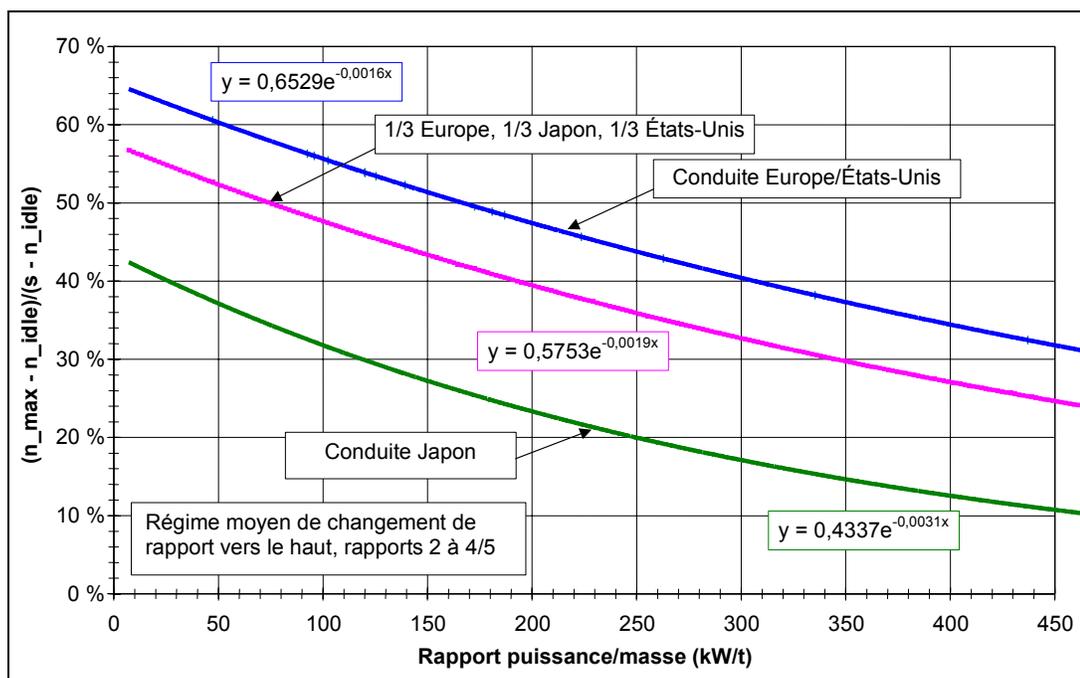


Tableau 19. Fonction d'approximation finale pour les changements de rapports vers le haut, sur les rapports supérieurs à 1 (pondération 1/3 Europe, 1/3 Japon, 1/3 États-Unis)



5.2 Critères relatifs aux changements de rapports, prescriptions supplémentaires

Sur cette base, les prescriptions concernant les changements de rapports peuvent être résumées comme suit:

Pour les phases d'accélération, dans le cas des boîtes à commande manuelle, le passage du premier au deuxième rapport doit se faire lorsque le régime atteint une valeur définie par la formule suivante:

$$n_{\text{max_acc}}(1) = (0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0,1) \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}} \quad \text{Équation 1}$$

Les changements de rapports vers le haut pour les rapports les plus élevés doivent être effectués au cours des phases d'accélération lorsque le régime moteur atteint une valeur déterminée au moyen de l'équation suivante:

$$n_{\text{max_acc}}(i) = (0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})}) \times (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}} \quad \text{Équation 2}$$

où:

- P_n – puissance nominale en kW
- m_k – masse en ordre de marche en kg
- n – régime moteur en min^{-1}
- n_{idle} – régime de ralenti en min^{-1}
- s – régime nominal du moteur en min^{-1} à la puissance maximale
- i – numéro du rapport (≥ 2).

Les régimes minimaux pour les phases d'accélération sur le deuxième rapport ou les rapports plus élevés sont par conséquent définis par la formule:

$$n_{\text{min_acc}}(i) = n_{\text{max_acc}}(i-1) \times \frac{r(i)}{r(i-1)} \quad \text{Équation 3}$$

où:

- $r(i)$ – taux de démultiplication du rapport i .

Les régimes minimaux pour les phases de décélération ou de vitesse stabilisée sur le deuxième rapport ou les rapports plus élevés sont définis par la formule:

$$n_{\text{min_dec}}(i) = n_{\text{min_dec}}(i-1) \times \frac{r(i)}{r(i-1)} \quad \text{Équation 4}$$

où:

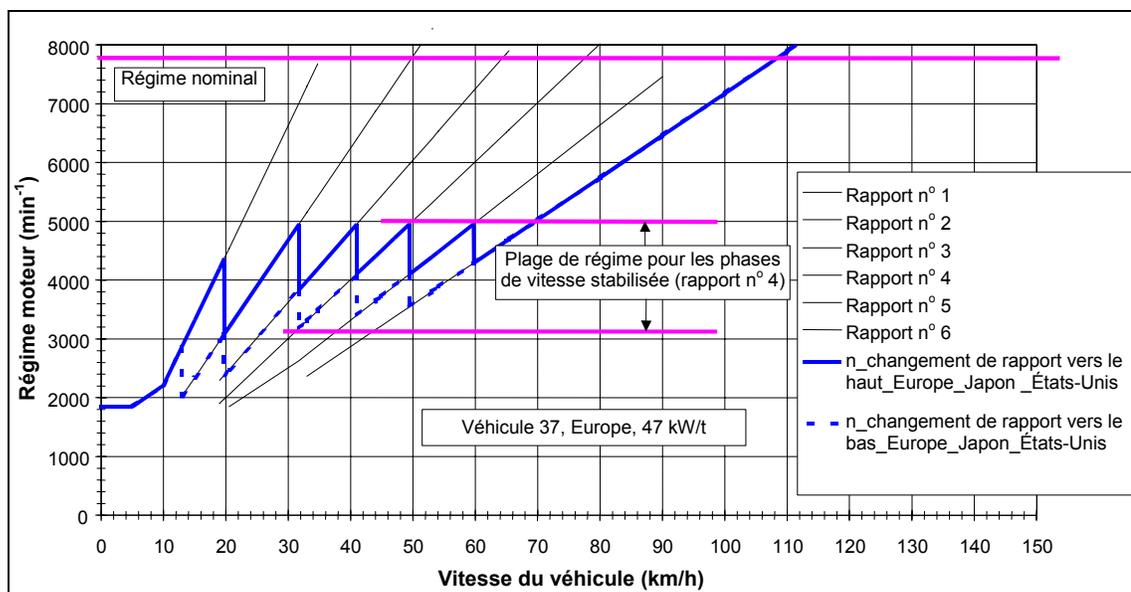
- $r(i)$ – taux de démultiplication du rapport i .

Lorsque ces valeurs sont atteintes au cours des phases de décélération, dans le cas d'une boîte manuelle, le rapport inférieur le plus proche doit être enclenché (voir tableau 20).

Les valeurs de régime moteur obtenues au moyen des formules ci-dessus peuvent être arrondies à des multiples de 100 min^{-1} pour l'application pratique.

Le tableau 20 présente un exemple de diagramme de changement de rapport pour un véhicule de petite cylindrée. Les lignes continues montrent l'utilisation des rapports pendant les phases d'accélération; les lignes pointillées montrent les points de changement de rapport vers le bas pendant les phases de décélération. Pendant les phases de vitesse stabilisée, toute la plage de régime entre le régime de changement de rapport vers le bas et celui de changement de rapport vers le haut peut être utilisée.

Tableau 20. Diagramme de changement de rapport pour un véhicule de petite cylindrée



Pour éviter des problèmes de conduite du véhicule sur le banc, il a été nécessaire de compléter ces prescriptions par les **prescriptions supplémentaires** suivantes (dont certaines sont d'ordre général, et d'autres concernent des phases particulières du cycle):

- Il existe une répartition fixe des phases d'accélération, de vitesse stabilisée et de décélération (voir annexe B);
- Les changements de rapports ne sont pas autorisés pour certaines sections du cycle (voir annexe B);
- Il ne doit pas y avoir de changement de rapport si une phase de décélération suit immédiatement une phase d'accélération;

- Les phases de ralenti doivent être exécutées, dans le cas des boîtes de vitesses à commande manuelle, sur le premier rapport, embrayage débrayé;
- Le rétrogradage sur le premier rapport n'est pas autorisé pour ces phases, au cours desquelles le véhicule doit décélérer jusqu'à l'arrêt;
- Les changements de rapports sur les boîtes à commande manuelle doivent être effectués en un minimum de temps, avec coupure des gaz à chaque changement;
- Le premier rapport ne doit être utilisé que lors d'un départ depuis l'arrêt;
- Pour les phases au cours desquelles le véhicule doit décélérer jusqu'à l'arrêt, dans le cas des boîtes de vitesses à commande manuelle, l'embrayage doit être débrayé lorsque la vitesse du véhicule tombe au-dessous de 10 km/h, lorsque le régime moteur tombe au-dessous de $n_{idle} + 0,03 * (s - n_{idle})$, lorsque le moteur vibre ou lorsqu'il est sur le point de caler;
- Pendant que l'embrayage est débrayé, le rapport approprié pour commencer la phase suivante doit être enclenché;
- La durée minimale de fonctionnement sur un rapport est de 2 s.

Afin d'offrir une plus grande marge au technicien responsable des essais et d'éviter les problèmes de conduite sur le banc, les fonctions de rétrogradage des rapports doivent être traitées comme indiquant des limites inférieures. Des régimes moteur plus élevés sont autorisés pour toute phase du cycle.

Ces critères, ainsi que les prescriptions supplémentaires, ont été appliqués par le calcul des modalités de changement de rapport pour les véhicules d'essai lors du programme de validation des émissions. Les définitions pour les phases d'accélération, de décélération et de vitesse stabilisée sont données dans le tableau 16.

5.3 Prescriptions concernant les changements de rapports

5.3.1 Étape 1 – Calcul des vitesses de changement de rapport

Les vitesses de changement de rapport vers le haut et vers le bas pour tous les rapports doivent être calculées conformément aux formules suivantes:

Les vitesses de changement de rapport vers le haut en km/h au cours des phases d'accélération:

$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[\left(0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0,1 \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1} \quad \text{Équation 5}$$

$$v_{i \rightarrow i+1} = \left[\left(0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_i}, \quad i = 2 \text{ à } ng - 1 \quad \text{Équation 6}$$

où:

- i – numéro du rapport (≥ 2)
- ng – nombre total de rapports de marche avant
- P_n – puissance nominale en kW
- m_k – masse en ordre de marche en kg
- n – régime moteur en min^{-1}
- n_{idle} – régime de ralenti en min^{-1}
- s – régime moteur nominal en min^{-1}
- ndv_i – rapport entre le régime moteur en min^{-1} et la vitesse du véhicule en km/h sur le rapport i .

Vitesse de rétrogradage en km/h au cours des phases de vitesse stabilisée ou de décélération sur les rapports 3 à n :

$$v_{i \rightarrow i-1} = \left[\left(0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_{i-2}}, \quad i = 3 \text{ à } ng - 1 \quad \text{Équation 7}$$

Le premier rapport doit être engagé et l'embrayage débrayé:

- Si la vitesse véhicule tombe au-dessous de 10 km/h;
- Si le régime moteur tombe au-dessous de $n_{idle} + 0,03 * (s - n_{idle})$;
- Si le moteur vibre;
- Ou si le moteur est sur le point de caler.

5.3.2 Étape 2 – Choix du rapport pour chaque prélèvement

Les rapports appropriés pour chaque prélèvement, conformément aux indicateurs des tableaux de l'annexe B pour les parties du cycle applicables au véhicule d'essai, sont déterminés comme suit:

5.3.2.1 Levier de vitesse au point mort et embrayage débrayé

Le levier de vitesse doit être mis sur le point mort et l'embrayage débrayé dans les cas suivants:

- Au cours des phases d'arrêt;
- Au cours des phases de vitesse stabilisée ou de décélération en deuxième:
si la vitesse du véhicule tombe au-dessous de 10 km/h;
ou si le régime moteur tombe au-dessous de $n_{idle} + 0,03 * (s - n_{idle})$.

5.3.2.2 Choix des rapports pour les phases d'accélération:

Rapport 6, si $v > v_{5 \rightarrow 6}$
Rapport 5, si $v > v_{4 \rightarrow 5}$
Rapport 4, si $v > v_{3 \rightarrow 4}$
Rapport 3, si $v > v_{2 \rightarrow 3}$
Rapport 2, si $v > v_{1 \rightarrow 2}$
Rapport 1, si $v \leq v_{1 \rightarrow 2}$.

5.3.2.3 Choix des rapports pour les phases de décélération ou de vitesse stabilisée:

Rapport 6, si $v > v_{4 \rightarrow 5}$
Rapport 5, si $v > v_{3 \rightarrow 4}$
Rapport 4, si $v > v_{2 \rightarrow 3}$
Rapport 3, si $v > v_{1 \rightarrow 2}$
Rapport 2, si $v \leq v_{1 \rightarrow 2}$.

5.3.3 Étape 3 – Corrections tenant compte des prescriptions supplémentaires

Le choix des rapports doit ensuite être modifié conformément aux prescriptions suivantes:

- a) Il ne doit pas y avoir de changement de rapport lors de la transition entre une phase d'accélération et une phase de décélération: le rapport qui a été utilisé pendant la dernière seconde de la phase d'accélération doit être maintenu pendant la phase de décélération qui suit, à moins que la vitesse tombe au-dessous d'une vitesse de rétrogradage;
- b) Il ne doit pas y avoir de changement de rapport vers le haut au cours des phases de décélération;
- c) Il ne doit pas y avoir de changement de rapport au cours des phases pour lesquelles il est mentionné «changement de rapport exclu»;
- d) Il ne doit pas y avoir de rétrogradage sur le premier rapport lors de la transition d'une phase de décélération ou de vitesse stabilisée à une phase d'accélération pour lesquelles il est mentionné «premier rapport exclu»;

- e) Si un rapport est utilisé pendant 1 s seulement, il doit être maintenu pendant la seconde suivante. Comme il est possible que les modifications imputables à ce critère engendrent de nouvelles phases où un rapport serait utilisé pendant 1 s seulement, cette modification doit être appliquée à chaque fois que le cas se présente.

L'organisme RWTÜV a élaboré des tables de calcul Excel pour les boîtes de vitesses comprenant entre trois et six rapports et pour les deux versions du cycle (vitesse normale et vitesse réduite) comme outil pour les techniciens responsables des essais. Ces tables seront disponibles sur le site CEE/WP29: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/wmtc.html>.

5.4 Exemple de calcul

Un exemple de données d'entrée nécessaires pour le calcul des régimes de changement de rapport est présenté au tableau 21. Les régimes de changement de rapport vers le haut pour les phases d'accélération sur le premier rapport et sur les rapports supérieurs sont calculés au moyen des équations 1 et 2. La dénormalisation des régimes moteur peut s'effectuer au moyen de l'équation:

$$n = n_{\text{norm}} * (s - n_{\text{idle}}) + n_{\text{idle}}.$$

Les régimes de changement de rapport pour les phases de décélération peuvent être calculés au moyen de l'équation 4. Les valeurs ndv du tableau 21 peuvent être utilisées comme rapport de démultiplication. Elles peuvent aussi être appliquées pour calculer les vitesses correspondantes du véhicule (vitesse véhicule de changement de rapport sur le rapport $i = \text{régime moteur de changement de rapport sur le rapport } i / \text{ndv}_i$). Les résultats correspondants sont présentés dans les tableaux 22 et 23.

Tableau 21. Données d'entrée pour le calcul des régimes moteur et vitesses véhicule pour le changement de rapport

Cylindrée en cm ³	600
P _n en kW	72
m _k en kg	199
s en min ⁻¹	11 800
n _{idle} en min ⁻¹	1 150
ndv ₁ */	133,66
ndv ₂	94,91
ndv ₃	76,16
ndv ₄	65,69
ndv ₅	58,85
ndv ₆	54,04
pmr **/ en kW/t	262,8

*/ ndv – rapport entre le régime moteur en min⁻¹ et la vitesse véhicule en km/h.

**/ pmr – rapport puissance/masse calculé selon la formule
 $P_n / (m_k + 75) \times 1\,000$, P_n en kW, m_k en kg.

Tableau 22. Régimes de changement de rapport pour les phases d'accélération sur le premier rapport et sur les rapports supérieurs (selon le tableau 21)

	Conduite Europe/États-Unis/Japon	
	n_acc_max (1)	n_acc_max (i)
n_norm */ (en %)	24,8	34,8
n en min ⁻¹	3 804	4 869

*/ n_norm – valeur calculée au moyen des équations 1 et 2.

Tableau 23. Vitesses véhicule et régimes moteur de changement de rapport conformément au tableau 22

Vers le haut	Conduite Europe/États-Unis/Japon		
	v en km/h	n_norm_i en %	n_i en min ⁻¹
1→2	28,5	24,9	3 804
2→3	51,3	34,9	4 869
3→4	63,9	34,9	4 869
4→5	74,1	34,9	4 869
5→6	82,7	34,9	4 869
Rétrogradage			
2→cl	15,5	3,0	1 470
3→2	28,5	9,6	2 167
4→3	51,3	20,8	3 370
5→4	63,9	24,5	3 762
6→5	74,1	26,8	4 005

Note: cl – embrayage débrayé.

En outre, des analyses et calculs complémentaires ont été effectués pour étudier la possibilité de simplifier les algorithmes de changement de rapport définis ci-dessus. Il s'agissait surtout de vérifier si le paramètre des régimes moteur pouvait être remplacé par celui des vitesses véhicule pour le changement de rapport. L'analyse a montré cependant qu'il ne peut pas être établi de relation entre les vitesses véhicule et les pratiques de conduite selon les données en utilisation réelle.

6. ESSAIS DE CONDUITE DU VÉHICULE SUR LE BANC

Une fois élaborés le cycle WMTC et les prescriptions correspondantes concernant le changement de rapport, il a été exécuté des mesures sur banc à rouleau en vue de valider les cycles du point de vue de la conduite du véhicule et de l'application pratique des prescriptions concernant les changements de rapports.

Pour l'exécution de ces essais, il a été établi un protocole d'essai sur la base du protocole d'essai de la procédure FTP de certification des États-Unis. Certaines modifications ont été nécessaires du fait des caractéristiques différentes du cycle WMTC (vitesse véhicule plus élevée, existence de trois parties) et des prescriptions concernant les changements de rapports. Le protocole de changement de rapport était basé sur les pratiques de conduite Europe/États-Unis, car la base de données sur les pratiques de conduite au Japon n'était pas encore disponible à cette date.

Au total, on a obtenu les résultats d'essai (données de vitesse sur le banc à rouleau) de 27 véhicules, à savoir 18 d'Europe, 6 du Japon et 2 des États-Unis.

Les problèmes de conduite du véhicule qui ont été signalés se résument comme suit: patinage du pneu, blocage de la roue et suivi de la trace du cycle, ces derniers étant liés à une puissance insuffisante dans le cas des véhicules de faible puissance. En outre, il a été constaté certains problèmes d'application des tableaux de calcul des points de changement de rapport.

Les problèmes de patinage et de suivi de la trace étaient le plus marqués pour la partie 1 et le moins marqués pour la partie 3. Pour le premier, il était manifestement lié à la combinaison particulière rouleau-pneu. Un questionnaire supplémentaire a été envoyé à tous les participants en vue de recueillir d'autres informations sur les bancs à rouleau ainsi que sur les pneus utilisés pour les mesures. Les réponses au questionnaire indiquent de grandes variations en ce qui concerne les caractéristiques techniques (diamètre des rouleaux, puissance maximale, vitesse maximale) des bancs. Le problème de patinage du pneu n'a pu être relié ni au type ou aux dimensions du pneu, ni aux caractéristiques du véhicule. Certes, il dépend plutôt du pneu que du banc, mais les informations disponibles sur les pneus ne sont pas adaptées à une analyse qui puisse donner une image claire des paramètres déterminants. Il est à noter cependant qu'aucun problème de patinage du pneu n'a été signalé pour les bancs à rouleau à surface non lisse. Il ne ressort pas des résultats du questionnaire qu'il soit nécessaire de réduire encore les variations dynamiques du cycle au cours des phases d'accélération. Le risque de patinage du pneu peut en fait être réduit par l'utilisation de rouleaux à surface non lisse.

Le problème du blocage de la roue est en partie dû au fait que seul le frein de la roue arrière peut être utilisé pour la décélération sur le banc à rouleau et en partie aux caractéristiques propres du pneu telles que la tendance au patinage. Étant donné que le facteur décélération n'a pas d'influence notable sur les émissions produites, le problème du blocage de la roue peut être réduit par un abaissement des valeurs de décélération.

En ce qui concerne le problème de manque de puissance, il peut seulement être évité si l'on adapte les caractéristiques dynamiques du cycle aux véhicules se situant au bas de l'échelle du rapport puissance/masse. Cette solution, cependant, ne serait pas représentative des conditions d'utilisation pratique. Il faudrait donc continuer à étudier les mesures applicables pour résoudre le problème du manque de puissance.

7. CLASSIFICATION DES VÉHICULES

La classification des véhicules est une des principales questions à résoudre dans le cadre du processus d'élaboration du cycle WMTC. Pour des raisons pratiques, la première classification provisoire des véhicules a été établie par l'organisme TNO dans le cadre des travaux d'élaboration du cycle:

Classe C-I:	Véhicules d'une cylindrée	< 150 cm ³
Classe C-II:	Véhicules d'une cylindrée de	150 cm ³ à 450 cm ³
Classe C-III:	Véhicules d'une cylindrée	> 450 cm ³ .

Lors de l'analyse des résultats des essais de validation du bon fonctionnement du véhicule sur le banc, il est apparu que cette classification posait certains problèmes du point de vue de l'application pratique et des possibilités techniques des véhicules. D'une part, il existe une série de véhicules sur le marché européen qui relèveraient de la classe C-I ou de la classe C-II alors que leur vitesse maximale dépasse très sensiblement la vitesse maximale prescrite pour les parties correspondantes du cycle (voir tableau 24). D'autre part, il existe aussi des véhicules de la classe C-II et de la classe C-III dont la vitesse maximale est inférieure à la vitesse maximale prescrite pour les parties correspondantes du cycle.

Tableau 24. Distribution des types de véhicule en fonction de la cylindrée et des classes de vitesse maximale (source des données: statistiques KBA des valeurs d'homologation de type)

Vitesse maximum du véhicule	Cylindrée		
	≤ 150 cm ³ en %	> 150 cm ³ ≤ 450 cm ³ en %	> 450 cm ³ en %
≤ 95 km/h	48,3	6,7	0,2
> 95 km/h ≤ 125 km/h	50,3	70,0	1,1
> 125 km/h	1,4	23,3	98,7
Total	100,0	100,0	100,0

Pour cette raison, quelques propositions d'autres solutions basées sur le rapport puissance/masse et la vitesse maximale du véhicule en tant que critère de remplacement ou complémentaire ont été discutées, mais le groupe FE n'a pas pu parvenir à un compromis à ce sujet. Il a été décidé d'attendre pour prendre une décision définitive que l'analyse des résultats des essais de validation des mesures d'émissions soit achevée.

Pour les essais de validation des mesures d'émissions, on a appliqué la classification provisoire suivante en vue de recueillir le plus d'informations possible sur les zones «limites»:

- Classe P-1: Véhicules ayant une vitesse maximale inférieure à 80 km/h
- Classe P-2: Véhicules ayant une vitesse maximale égale ou supérieure à 80 km/h mais inférieure à 120 km/h
- Classe P-3: Véhicule ayant une vitesse maximale égale ou supérieure à 120 km/h.

Par vitesse maximale on entend la vitesse maximale du véhicule telle qu'elle est déclarée par le constructeur.

Étant donné que les classifications existantes appliquées aux fins de l'homologation des types de motocycles dans les trois régions se fondent sur des classes de cylindrée, le groupe FE est parvenu à un accord sur le fait que le système de classement devait se baser sur la cylindrée du moteur et la vitesse maximale du véhicule.

Au cours des phases de discussion préparatoires, il a été convenu que les véhicules de la classe 1 étaient ceux dont la cylindrée ne dépassait pas 50 cm³ ni la vitesse maximale 50 km/h, et que les véhicules de la classe 1 spéciale étaient ceux dont la cylindrée ne dépassait pas 50 cm³ mais dont la vitesse maximale dépassait 50 km/h mais ne pouvait être supérieure à 60 km/h.

Par contre, il n'a pas été possible de parvenir à un accord sur les limites de vitesse maximales entre les classes 1, 2 et 3 à ce stade du projet. Les propositions visant à fixer une limite de vitesse maximale entre la classe 1 et la classe 2 d'une part et entre la classe 2 et la classe 3 d'autre part qui ont été discutées s'appuyaient sur deux philosophies contraires à propos des caractéristiques de conduite du véhicule. Certains membres du groupe faisaient valoir que la classification doit être définie de telle manière que le suivi du tracé soit garanti pour toute partie du cycle, alors que d'autres étaient prêts à accepter des écarts par rapport au tracé du cycle résultant d'un fonctionnement à pleins gaz sur environ 10 % de la durée totale du cycle afin de reproduire les conditions d'utilisation pratique et afin de couvrir une plus grande partie de la cartographie du moteur. Ces philosophies contraires aboutissaient à des propositions divergentes quant aux limites de vitesse maximales entre la classe 1 et la classe 2 (80 km/h contre 120 km/h) et la classe 2 et la classe 3 (120 km/h contre 140 km/h).

Dans le cadre de la contribution du Royaume-Uni aux travaux de validation effectués par le groupe de travail WMTC, 12 motocycles ont été essayés par l'entreprise Ricardo sur la base d'une version presque définitive du cycle. En majeure partie, ces travaux s'appliquaient à des machines qui seraient soumises aux trois parties du nouveau cycle. On a fait observer que les motocycles fonctionnant à leur vitesse maximale ou à une vitesse proche seraient soumis à une proportion excessive et non représentative de fonctionnement à pleins gaz. Ce fonctionnement serait nécessaire pour pouvoir satisfaire aux conditions prescrites en ce qui concerne la vitesse et l'accélération dans le cadre du cycle. Cette constatation amène à la conclusion qu'il devrait y avoir une marge suffisante entre la vitesse maximale potentielle du véhicule et la vitesse à laquelle il est essayé.

Le Royaume-Uni a proposé un facteur de $0,85 * v_{\max}$ pour la vitesse maximale au cours du cycle, qui offrirait une marge suffisante. Afin de permettre une transition plus progressive d'une classe de véhicules à l'autre, le Royaume-Uni a recommandé d'élaborer des cycles ayant une vitesse maximale réduite pour toutes les parties et de les utiliser pour les véhicules dont le facteur de vitesse ($0,85 * v_{\max}$) est inférieur, mais de peu, à la vitesse maximale de la partie du cycle d'origine.

Cette approche a été adoptée par le groupe WMTC et a fait l'objet d'une discussion. À l'issue de celle-ci, le groupe a adopté le compromis suivant en ce qui concerne les versions supplémentaires du cycle à vitesse réduite pour toutes les parties du cycle (voir chap. 4.5):

Classe 1:

Appartiennent à la classe 1 les véhicules qui satisfont aux conditions ci-après:

Cylindrée $\leq 50 \text{ cm}^3$ et $v_{\max} > 50 \text{ km/h}$ et $< 60 \text{ km/h}$	sous-classe 1-1
Cylindrée $> 50 \text{ cm}^3$ et $< 150 \text{ cm}^3$ et $v_{\max} < 50 \text{ km/h}$	sous-classe 1-2
Cylindrée $< 150 \text{ cm}^3$ et $v_{\max} \geq 50 \text{ km/h}$ et $< 100 \text{ km/h}$, à l'exclusion de la sous-classe 1-1	sous-classe 1-3

v_{\max} – vitesse maximale du véhicule.

Classe 2:

Appartiennent à la classe 2 les véhicules qui satisfont aux conditions ci-après:

Cylindrée $< 150 \text{ cm}^3$ et $v_{\max} \geq 100 \text{ km/h}$ et $< 115 \text{ km/h}$, ou cylindrée $\geq 150 \text{ cm}^3$ et $v_{\max} < 115 \text{ km/h}$	sous-classe 2-1
$v_{\max} \geq 115 \text{ km/h}$ et $< 130 \text{ km/h}$	sous-classe 2-2

v_{\max} – vitesse maximale du véhicule.

Classe 3:

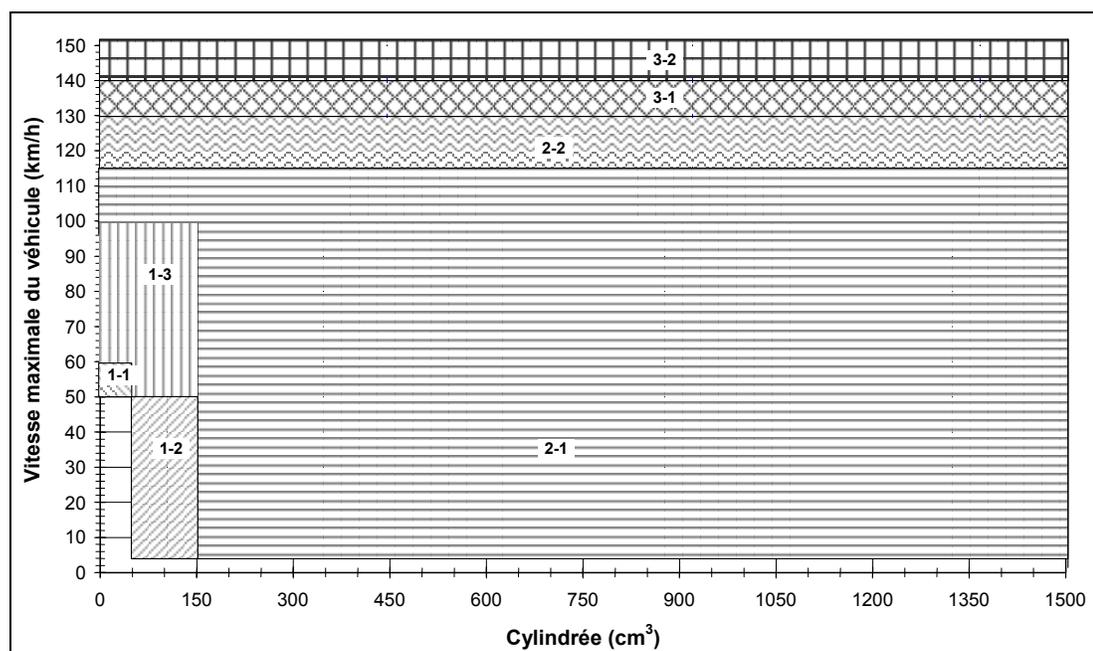
Appartiennent à la classe 3 les véhicules qui satisfont aux conditions suivantes:

$v_{\max} \geq 130 \text{ km/h}$ et $< 140 \text{ km/h}$	sous-classe 3-1
$v_{\max} \geq 140 \text{ km/h}$	sous-classe 3-2

v_{\max} – vitesse maximale du véhicule.

Le tableau 25 présente une vue récapitulative de la classification des véhicules en termes de cylindrée et de vitesse maximale.

Tableau 25. Classification des véhicules



8. FACTEURS DE PONDÉRATION POUR LE CALCUL D'UN RÉSULTAT GLOBAL DES ÉMISSIONS MESURÉES LORS DU CYCLE WMTC

Une autre question restée en suspens, outre celle de la classification des véhicules, concerne le calcul du résultat global des émissions pour les véhicules de la classe 2 et de la classe 3. Comme il a déjà été mentionné au chapitre 4.4, il est nécessaire d'appliquer des facteurs de pondération aux résultats d'émission des différentes parties du cycle pour pouvoir calculer un résultat global qui reflète les caractéristiques en matière d'utilisation des véhicules étant donné que dans le cas contraire la durée égale de 600 s pour chaque partie du cycle correspond à une pondération automatique de 14 % pour la partie 1, 31 % pour la partie 2 et 55 % pour la partie 3, ce qui n'est pas représentatif des conditions d'utilisation pratique.

À la huitième réunion du WMTC-FE tenue à Ann Arbor (États-Unis), le JARI a présenté une méthode de calcul fondée sur les paramètres suivants d'utilisation réelle:

- Kilométrage annuel pour différentes catégories de routes;
- Distance moyenne pour un trajet (du démarrage moteur arrêté jusqu'à l'arrêt);
- Taux équivalent de démarrage à froid.

Le taux équivalent de démarrage à froid est évalué d'après la distribution du temps d'arrêt moteur chaud et des facteurs de démarrage à froid. Le facteur de démarrage à froid est de 100 % pour un temps d'arrêt moteur chaud de plus de 6 h et il est de 0 % lorsque la température du liquide de refroidissement est égale à la température à chaud du moteur. Le taux équivalent de démarrage à froid est calculé à partir de la fréquence du temps d'arrêt moteur chaud (tiré des enquêtes sur la circulation) multiplié par le facteur de démarrage à froid.

Les facteurs de pondération pour les différentes parties du cycle sont calculés à partir du kilométrage annuel pour différentes catégories de routes. Le facteur de pondération pour la partie 1 est alors subdivisé en facteurs de pondération pour la partie 1 à froid et pour la partie 1 à chaud. Le facteur, pour la partie 1 à froid, est calculé sur la base de la longueur moyenne d'un trajet, de la distance parcourue au cours de la partie 1 et du taux équivalent de démarrage à froid. Pour la partie 1 à chaud, il correspond à la différence entre le facteur de pondération total pour la partie 1 (calculé sur la base du kilométrage annuel pour l'utilisation urbaine) et le facteur de pondération pour la partie 1 à froid.

Le groupe FE a décidé d'appliquer l'approche japonaise pour le calcul des facteurs de pondération. Les représentants du Japon ont aussi présenté une proposition visant à simplifier la procédure en omettant la mesure pour la partie 1 à chaud dans le cas des véhicules de la classe 2 et de la classe 3, qui été acceptée par la majorité du groupe FE.

Pour le Japon, les données statistiques nécessaires pour le calcul des facteurs de pondération étaient obtenues à partir des enquêtes et recensements nationaux sur la circulation. L'IMMA avait entrepris de collecter des données semblables pour l'Europe et les États-Unis. Le RWTÜV a été prié d'évaluer les données statistiques communiquées par les différentes parties et de procéder à une comparaison des résultats pour les facteurs de pondération à appliquer aux parties du cycle WMTC sur la base de valeurs moyennes pour les trois régions (Europe, États-Unis et Japon). Cette comparaison est présentée au tableau 26.

Tableau 26. Comparaison des différentes propositions relatives aux facteurs de pondération (en pourcentage)

Classe de véhicule	Partie du cycle	IMMA monde	Steven_1 monde	Steven_2 monde	IMMA_Europe_nouveau	Japon
Classe 1	Partie 1 à froid	41,4	63,4	63,4	38,6	63,0
	Partie 1 à chaud	58,6	36,6	36,6	61,4	37,0
Classe 2	Partie 1 à froid	27,7	28,4	28,4	27,5	28,0
	Partie 1 à chaud	–	–	–	–	
	Partie 2	72,3	71,6	71,6	72,5	72,0
Classe 3	Partie 1 à froid	20,8	20,4	20,4	16,2	20,0
	Partie 1 à chaud	–	–	–	–	
	Partie 2	62,8	46,1	52,6	64,8	77,0
	Partie 3	16,4	33,5	27,0	19,0	3,0

Dans le cadre d'une discussion entre experts du groupe WMTC, de la Commission européenne, des États membres et des ONG organisée à la fin de décembre 2002, il avait été convenu que le principal problème, dans le cadre de la discussion des facteurs de pondération, était le manque de données statistiques fiables pour la distribution de la longueur moyenne des trajets et du kilométrage parcouru pour les catégories de routes. Néanmoins, le tableau précédent indique un biais vers la partie 2. C'est pourquoi il a été proposé d'appliquer des valeurs de pondération simplifiées telles qu'elles sont présentées dans le tableau qui suit:

Tableau 27. Facteurs de pondération finals

Classe de véhicule	Partie du cycle	Facteur de pondération	
Classe 1	Partie 1 à froid	w_1	50 %
	Partie 1 à chaud	w_{1hot}	50 %
Classe 2	Partie 1 à froid	w_1	30 %
	Partie 2 à chaud	w_2	70 %
Classe 3	Partie 1 à froid	w_1	25 %
	Partie 2 à chaud	w_2	50 %
	Partie 3 à chaud	w_3	25 %

Les facteurs de pondération doivent être appliqués aux résultats en matière d'émissions et à la consommation de carburant comme indiqué ci-après:

La valeur moyenne des résultats d'émission en g/km et de la consommation de carburant en l/100 km est calculée pour chaque partie du cycle. Le résultat (valeur moyenne) pour la partie 1 ou la partie 1 vitesse réduite est désigné par R_1 , le résultat (valeur moyenne) pour la partie 2 ou la partie 2 vitesse réduite est désigné R_2 et le résultat (valeur moyenne) pour la partie 3 ou la partie 3 vitesse réduite est désigné R_3 . Sur la base de ces résultats d'émission en g/km et de la consommation de carburant en l/100 km, on calcule le résultat final R en fonction de la classe de véhicules telle qu'elle est définie au chapitre 7, au moyen des formules suivantes:

$$\begin{array}{l}
 \text{Classe 1} \quad \mathbf{R = R_1 \times w_1 + R_{1hot} \times w_{1hot}} \\
 \text{Classe 2} \quad \mathbf{R = R_1 \times w_1 + R_2 \times w_2} \\
 \text{Classe 3} \quad \mathbf{R = R_1 \times w_1 + R_2 \times w_2 + R_3 \times w_3}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \\ \\ \end{array}} \right\} \text{Équation 8}$$

pour chaque polluant, les émissions de dioxyde de carbone et la consommation de carburant en appliquant les facteurs de pondération indiqués au tableau 27.

9. ESSAIS DE VALIDATION DES MESURES D'ÉMISSIONS

9.1 Information générale

Une étape importante de l'ensemble du projet était le programme de validation des mesures d'émissions. Les décisions et recommandations du groupe WMTC à propos du programme de validation des mesures d'émissions étaient les suivantes:

- a) La version 7 du cycle (dernière version à la date considérée) devrait être utilisée pour les essais au banc; la mesure de la partie 1 devrait être effectuée tout d'abord avec démarrage à froid, puis répétée à la fin moteur chaud;
- b) En cas de puissance insuffisante du véhicule, le tracé du cycle devrait être suivi aussi fidèlement que possible;

- c) La classification provisoire suivante des véhicules (désignée dans les tableaux et les chiffres par le symbole «Classe P») devrait être utilisée pour le programme de validation des mesures d'émissions:
- La partie 1 du cycle est obligatoire pour tous les véhicules,
 - La partie 2 devrait être exécutée si $v_{\max} \geq 80$ km/h,
 - La partie 3 devrait être exécutée si $v_{\max} \geq 120$ km/h.
- v_{\max} – vitesse maximale du véhicule déclarée par le constructeur;
- d) Les prescriptions concernant les changements de rapports énoncées au chapitre 5 devraient être suivies. L'utilisation de régimes moteur supérieurs est admise pour des raisons de conduite pratique sur le banc ou de bon déroulement des essais.

Afin de pouvoir démarrer ce programme en septembre 2000, les travaux de mise à jour du protocole d'essai, des prescriptions concernant les changements de rapports et la forme de présentation des résultats ont été effectués et leurs résultats ont été distribués parmi les participants au programme. Il était prévu d'effectuer des mesures sur 21 scooters et 38 motocycles au cours de ce programme.

Les cycles ci-après étaient obligatoires:

- Projet de cycle WMTC pour un programme de validation des émissions, dernière version;
- Cycle d'homologation régional applicable, exécuté conformément à la procédure de mesure correspondante.

Pour l'Europe, le cycle d'essai tel que décrit dans la proposition finale COM (2000) 314 de l'UE portant modification de la Directive 97/24/CE, section 5.3.1, appendice 1, devait être utilisé. Des cycles additionnels tels que le cycle d'essai européen pour les véhicules automobiles (Directive 98/69/CE de l'UE (Nouveau cycle d'essai européen)) étaient également recommandés. Il était aussi recommandé d'effectuer des mesures sur des conditions additionnelles pouvant servir de base à des prescriptions concernant les émissions hors cycles.

Les principes suivants devaient être appliqués pour les réglages du banc en ce qui concerne la puissance absorbée:

Il était recommandé d'effectuer des mesures de décélération libre sur la route et d'utiliser les résultats pour le calcul de la résistance à l'avancement. S'il n'était pas possible d'effectuer ces mesures, il convenait d'appliquer le réglage prescrit dans le règlement FTP (États-Unis). Si la vitesse maximale d'un véhicule déclarée par le constructeur était inférieure à 130 km/h et si cette vitesse ne pouvait pas être atteinte sur le banc à rouleau avec les réglages du banc conformes au règlement FTP (États-Unis), ces réglages devaient être modifiés jusqu'à ce que la vitesse maximale soit atteinte.

Les résultats d'essai et données suivantes devaient être communiqués:

- Données techniques du véhicule y compris la vitesse maximale;
- Résultats des émissions recueillies en sac pour chaque partie du cycle WMTC et des autres cycles d'essais;
- Vitesse du rouleau avec une résolution de 1 Hz, vitesse de la roue motrice si possible;
- Régime moteur pour les véhicules à boîte automatique (résolution 1 Hz);
- Émissions, avec une résolution de 1 Hz;
- Températures au tuyau de sortie d'échappement et au dispositif de mesure CVS (résolution 1 Hz);
- Température, pression barométrique et humidité de la chambre d'essais;
- Humidité de l'air de dilution.

Les résultats d'essai et données concernant 54 véhicules ont été communiqués:

- Prélèvement en sac seulement: 3 véhicules;
- Prélèvement en sac et vitesse du rouleau (seconde par seconde): 19 véhicules;
- Prélèvement en sac, vitesse du rouleau et régime moteur (seconde par seconde): 8 véhicules;
- Prélèvement en sac, vitesse du rouleau et émissions (seconde par seconde): 11 véhicules;
- Prélèvement en sac, vitesse du rouleau, régime moteur et émissions (seconde par seconde): 9 véhicules;
- Prélèvement en sac, vitesse du rouleau, vitesse de la roue motrice et émissions (seconde par seconde): 2 véhicules;
- Prélèvement en sac, vitesse du rouleau, vitesse de la roue motrice, régime moteur et émissions (seconde par seconde): 2 véhicules.

Les problèmes ci-après ont été rencontrés dans certains cas:

- Certains participants n'avaient pas été capables de mesurer les émissions avec une résolution de 1 Hz;
- Les prescriptions concernant le réglage de la puissance absorbée n'avaient pas été respectées;

- La classification provisoire des véhicules n'avait pas été respectée;
- Les tolérances de vitesse n'avaient pas été respectées;
- Seuls les résultats concernant les échantillons en sac avaient été communiqués;
- La version incorrecte du cycle avait été utilisée (ce véhicule a été exclu de l'analyse).

La majeure partie des résultats cependant (90 %) pouvait être utilisée pour les travaux d'analyse.

Le tableau 28 donne une vue récapitulative de la distribution des échantillons de véhicules pour différentes régions et classes provisoires de véhicules. Quatre-vingt-trois pour cent des véhicules avaient subi les essais en Europe.

Tableau 28. Échantillon de véhicules pour le programme d'essais de validation des mesures d'émissions

Région	Nombre	Classe P1	Classe P2	Classe P3
EUROPE	45	10	16	19
JAPON	6	2	2	2
ÉTATS-UNIS	2			2
Total	53	12	18	23

Le tableau 29 donne une vue d'ensemble de la distribution des types de moteurs et des systèmes antipollution au sein de l'échantillon de véhicules. Le tableau 30 est une liste récapitulative des instituts et organisations participants et le tableau 31 contient les caractéristiques techniques des véhicules.

Il convient de rappeler qu'il était recommandé d'effectuer les réglages de la puissance absorbée sur la base de mesures de la décélération libre sur route. S'il était impossible de se fonder sur de telles mesures, il était préconisé d'appliquer les réglages prescrits dans le règlement FTP (États-Unis). Ces réglages toutefois étaient périmés, comme l'avait démontré un groupe de travail ISO/TC22/WG17 sur la base de nouvelles mesures effectuées au Japon. Dans son rapport final, le groupe ISO avait présenté une nouvelle liste avec des réglages actualisés. Les différences entre les réglages FTP et ISO/TC22/WG17 dépendaient de la masse du véhicule et de la vitesse. Pour 11 véhicules, les réglages de puissance absorbée des normes FTP ne conviennent pas car ils s'appliquent pour la plupart à des véhicules de type tout-terrain ou piste. Il est à prévoir que pour ces véhicules les divergences sont importantes.

**Tableau 29. Distribution des types de moteur et systèmes antipollution
dans l'échantillon de véhicules**

Type de moteur	Système antipollution	Classe P1	Classe P2	Classe P3
2T	Injection directe	1		
2T	Catalyseur d'oxydation	4	1	
2T	Aucun	3	1	
4T	Catalyseur trifonctionnel		2	9
4T	Catalyseur trifonctionnel + injection d'air			1
4T	Catalyseur d'oxydation		1	4
4T	Catalyseur d'oxydation + injection d'air		1	1
4T	Injection d'air		4	3
4T	Aucun	4	8	5
	Total	12	18	23

**Tableau 30. Organismes participant au programme d'essais de validation
des mesures d'émissions**

Région	Organisme	Nombre de véhicules
EUROPE	ACEM	3
EUROPE	AECC	2
EUROPE	EMPA	2
EUROPE	HTA Bienne	1
EUROPE	INTA	15
EUROPE	JRC	3
EUROPE	Ricardo	11
EUROPE	RWTÜV	8
JAPON	JAMA	3
JAPON	JARI	3
ÉTATS-UNIS	Harley Davidson	2
	Total	53

Tableau 31. Caractéristiques techniques des véhicules

Région	Numéro du véhicule	Type du moteur	Système antipollution	Cyl. (cm ³)	Pn (kW)	v_max (km/h)	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte
JAPON	19	2T	Catalyseur d'oxydation	49	4,8	60	1	x
EUROPE	15	2T	Catalyseur d'oxydation	125	6,8	69	1	
EUROPE	42	2T	Catalyseur d'oxydation	101	5,0	85	1	
EUROPE	43	4T	Non	96	5,6	82	1	
EUROPE	46	4T	Non	125	7,5	100	1	
EUROPE	48	2T	Non	250	6,8	75	1	
EUROPE	50	2T	Non	248	13,3	95	1	
EUROPE	71	2T	Non	125	8,2		1	
EUROPE	72	2T	Catalyseur d'oxydation	84	6,3		1	
EUROPE	73	4T	Non	182	13,6		1	
EUROPE	79	2T	Injection directe	49			1	
JAPON	62	4T	Non	49	2,9	60	1	
EUROPE	16	2T	Non	272	14,0	82	2	x
EUROPE	17	4T	Non	649	8,8	98	2	x
EUROPE	41	4T	Injection d'air	125	11,0	110	2	x
EUROPE	51	4T	Non	124	8,4	110	2	x
EUROPE	52	4T	Injection d'air	125	11,0	103	2	x
JAPON	63	4T	Injection d'air	124	9,6	95	2	x
EUROPE	7	4T	Non	150	8,4	95	2	
EUROPE	31	4T	Catalyseur trifonctionnel	125	11,0	100	2	
EUROPE	34	4T	Catalyseur d'oxydation	124	8,0	90	2	
EUROPE	35	4T	Non	249	15,0	115	2	
EUROPE	47	4T	Non	249	14,7	115	2	
EUROPE	53	4T	Non	234	14,0	120	2	
EUROPE	54	4T	Non	239	14,3	125	2	
EUROPE	57	4T	Non	124	11,0	104	2	
EUROPE	67	4T	Catalyseur 74trifonctionnel	125	11,0	103	2	
EUROPE	74	4T	Injection d'air	150	8,8		2	
EUROPE	82	2T	Catalyseur d'oxydation	50	6,7		2	
JAPON	25	4T	Catalyseur d'oxydation + injection d'air	249	19,0	120	2	

Région	Numéro du véhicule	Type du moteur	Système antipollution	Cyl. (cm ³)	Pn (kW)	v_max (km/h)	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte
EUROPE	36	4T	Catalyseur d'oxydation	250	15,5	123	3	x
ÉTATS-UNIS	28	4T	Catalyseur d'oxydation	1 449	25,0	130	3	x
EUROPE	13	4T	Catalyseur d'oxydation	459	28,5	158	3	
EUROPE	32	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 130	62,5	196	3	
EUROPE	38	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 170	45,0	168	3	
EUROPE	39	4T	Catalyseur trifonctionnel + injection d'air	599	80,0	252	3	
EUROPE	40	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 298	105,5	250	3	
EUROPE	60	4T	Catalyseur d'oxydation	996	86,0	250	3	
EUROPE	65	4T	Non	748	54,4	185	3	
EUROPE	66	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 171	72,0	200	3	
EUROPE	68	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 064	67,0	220	3	
EUROPE	75	4T	Catalyseur trifonctionnel	955	76,5		3	
EUROPE	76	4T	Catalyseur d'oxydation + injection d'air	790	44,5		3	
EUROPE	77	4T	Non	499	43,0		3	
EUROPE	78	4T	Injection d'air	398	32,7		3	
EUROPE	80	4T	Catalyseur trifonctionnel	1 298	106,7		3	
EUROPE	81	4T	Non	249	15,5		3	
EUROPE	83	4T	Injection d'air	649	29,4		3	
EUROPE	137	4T	Catalyseur trifonctionnel	652	25,0	145	3	
EUROPE	160	4T	Non	996	86,0	250	3	
JAPON	26	4T	Injection d'air	399	24,0	140	3	
JAPON	64	4T	Catalyseur trifonctionnel	781	59,0	180	3	
ÉTATS-UNIS	27	4T	Non	1 199	44,5	177	3	

9.2 Résultats du programme de validation des mesures d'émissions

Les résultats des essais de validation des mesures d'émissions sont présentés aux tableaux 32 à 35 en g/essai et au tableau 36 en g/km. Les valeurs de CO₂ sont des valeurs mesurées dans les gaz d'échappement. Le rtm (voir [4]) donne une méthode de calcul pour les émissions totales de CO₂ directement liées à la consommation de carburant.

Étant donné que la classification des véhicules et les facteurs de pondération étaient en cours de discussion lorsque l'analyse des données de validation était effectuée, les résultats de l'essai WMTC sont indiqués séparément pour chaque partie du cycle, sans qu'il ait été calculé

un résultat global pour l'essai WMTC ni fait de comparaison avec les résultats obtenus avec les cycles régionaux.

Le sigle NEDC désigne le nouveau cycle d'essai européen pour les véhicules automobiles (Directive 98/69/CE de l'UE), TRIAS désigne le cycle d'essai et d'homologation de type japonais, qui est une version modifiée du Règlement CEE n° 40.

Une analyse plus poussée des résultats des essais de validation amène à tirer les conclusions suivantes:

Les variations des résultats d'émissions:

- Dépendent des techniques antipollution adoptées sur chaque moteur;
- Dépendent du niveau d'émission;
- Sont indépendants du suivi du tracé du cycle;
- Ne dépendent pas d'une réduction de la vitesse maximale du rouleau par rapport à la vitesse maximale prescrite.

Il est observé de fortes variations des résultats d'émissions à l'intérieur de chaque groupe de véhicules (type de moteur/système antipollution) liées à la conception particulière du véhicule et à de larges chevauchements des gammes entre différents groupes.

Ces fortes variations des résultats indiquent qu'il subsiste un potentiel important d'optimisation dans certains cas. Il est donc probable que ces variations pourraient être sensiblement réduites si les systèmes antipollution étaient optimisés conformément à l'essai WMTC.

Tableau 32. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour les HC en g/essai

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x		8,403	16,240			9,510	25,964	8,403
EUROPE	15	2T	1			31,140	41,597			22,070		
EUROPE	42	2T	1			35,997	26,557			26,133		
EUROPE	43	4T	1			3,310	3,553			3,170		
EUROPE	46	4T	1			3,487	4,983			3,500		
EUROPE	48	2T	1			114,817	54,190			57,227		
EUROPE	50	2T	1			63,557	60,277			60,907		
EUROPE	71	2T	1			66,367	50,347			56,533		
EUROPE	72	2T	1			11,750	18,717			9,140		
EUROPE	73	4T	1		8,440	2,880	2,825					
EUROPE	79	2T	1		8,420	3,630	3,614					
JAPON	62	4T	1				3,598			3,042	7,659	2,787
EUROPE	16	2T	2	x		58,083	40,680	65,910		37,750		
EUROPE	17	4T	2	x		10,037	12,100	16,303		9,873		
EUROPE	41	4T	2	x		7,573	10,090	18,390		8,477		
EUROPE	51	4T	2	x		4,697	4,273	7,020		4,090		
EUROPE	52	4T	2	x		5,957	7,973	12,207		5,867		
JAPON	63	4T	2	x			3,217	6,230		2,271	5,014	2,141
EUROPE	7	4T	2			1,720	3,034	3,894		1,314		
EUROPE	31	4T	2		5,627	1,342	3,139	3,041		0,817		
EUROPE	34	4T	2		5,671	1,878	3,211	5,376		2,089		
EUROPE	35	4T	2		9,123	5,050	4,043	6,900		4,340		
EUROPE	47	4T	2			1,998	2,827	4,500		2,047		
EUROPE	53	4T	2			8,190	11,693	15,350		7,283		
EUROPE	54	4T	2			3,630	4,750	5,313		3,127		
EUROPE	57	4T	2			5,782	7,149	8,103	5,566			
EUROPE	67	4T	2		4,823	0,762	2,851	2,601		0,685		
EUROPE	74	4T	2		15,080	12,540	11,569	13,830				
EUROPE	82	2T	2		38,281	4,289	29,121	32,379				
JAPON	25	4T	2				2,880	4,603		2,454	5,619	0,987
EUROPE	36	4T	3	x	5,728	2,345	2,890	4,722	7,298	1,867		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			11,704	5,404	6,278			
EUROPE	13	4T	3			2,203	3,593	3,442	4,719	2,047		
EUROPE	32	4T	3		5,811	0,515	6,280	1,584	1,616	1,893		
EUROPE	38	4T	3		4,884	0,655	6,168	1,461	0,692	1,012		
EUROPE	39	4T	3		5,067	1,434	4,052	3,757	10,856	5,423		
EUROPE	40	4T	3		4,164	1,106	1,844	2,099	3,548	2,037		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
EUROPE	60	4T	3			4,941	9,492	8,151	11,582	6,398		
EUROPE	65	4T	3			9,137	11,043	9,213	8,247	6,547		
EUROPE	66	4T	3		4,922	0,662	5,328	1,871	2,732	1,026		
EUROPE	68	4T	3		0,868	0,110	0,816	0,168	0,459	0,365		
EUROPE	75	4T	3		7,890	3,230	4,428	6,046	11,342			
EUROPE	76	4T	3		4,070	0,910	2,406	3,175	6,641			
EUROPE	77	4T	3		10,660	6,120	5,812	9,459	10,183			
EUROPE	78	4T	3		11,030	6,950	7,083	12,744	11,083			
EUROPE	80	4T	3		4,753	1,241	0,403	3,423	5,627			
EUROPE	81	4T	3		6,901	3,004	6,520	5,842	6,792			
EUROPE	83	4T	3		8,872	2,446	4,307	6,692	7,831			
EUROPE	137	4T	3		1,757	0,449	3,622	3,658	2,621	2,338		
EUROPE	160	4T	3			5,476	5,945	8,809	7,101	4,756		
JAPON	26	4T	3		7,939		6,082	7,837	8,321	2,520	10,151	2,609
JAPON	64	4T	3		4,237		3,179	3,872	5,244	1,157	4,825	1,106
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				18,027	8,202	6,855			

Tableau 33. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour le CO en g/essai

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x		16,94	22,79			19,19	62,18	16,94
EUROPE	15	2T	1			46,36	42,69			40,43		
EUROPE	42	2T	1			71,39	61,92			60,20		
EUROPE	43	4T	1			56,84	57,45			58,84		
EUROPE	46	4T	1			53,00	51,99			56,13		
EUROPE	48	2T	1			162,90	129,04			129,21		
EUROPE	50	2T	1			132,93	124,56			121,31		
EUROPE	71	2T	1			116,61	99,71			100,08		
EUROPE	72	2T	1			47,52	38,64			49,26		
EUROPE	73	4T	1		118,75	18,01	27,17					
EUROPE	79	2T	1		6,68	1,91	2,88					
JAPON	62	4T	1				21,05			24,14	56,31	22,53
EUROPE	16	2T	2	x		110,89	86,39	134,36		87,07		
EUROPE	17	4T	2	x		170,94	165,64	288,43		176,25		
EUROPE	41	4T	2	x		38,52	58,82	181,88		54,63		
EUROPE	51	4T	2	x		62,91	56,96	204,97		69,65		
EUROPE	52	4T	2	x		43,25	55,70	160,73		54,59		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	63	4T	2	x			41,46	125,23		47,33	110,08	39,77
EUROPE	7	4T	2			13,10	15,00	63,27		15,14		
EUROPE	31	4T	2		39,18	3,32	6,90	26,85		4,20		
EUROPE	34	4T	2		117,15	12,50	21,49	101,61		22,08		
EUROPE	35	4T	2		92,95	28,17	29,14	55,24		40,13		
EUROPE	47	4T	2			38,20	31,57	91,34		36,76		
EUROPE	53	4T	2			127,59	140,43	261,43		122,19		
EUROPE	54	4T	2			61,80	65,73	110,01		69,45		
EUROPE	57	4T	2			30,58	25,41	65,70	24,06			
EUROPE	67	4T	2		50,95	3,26	7,96	30,39		4,70		
EUROPE	74	4T	2		72,25	23,29	29,69	63,06				
EUROPE	82	2T	2		41,20	2,51	29,80	116,75				
JAPON	25	4T	2				30,04	145,63		33,25	105,20	19,65
EUROPE	36	4T	3	x	173,11	61,78	63,12	120,89	211,01	53,00		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			64,78	24,81	216,69			
EUROPE	13	4T	3			17,26	24,26	36,33	86,20	19,22		
EUROPE	32	4T	3		52,38	6,69	55,73	21,88	19,01	21,13		
EUROPE	38	4T	3		83,95	15,11	81,87	24,33	31,03	21,12		
EUROPE	39	4T	3		41,21	1,91	25,11	32,54	161,72	18,72		
EUROPE	40	4T	3		14,57	4,56	10,45	7,74	8,75	4,83		
EUROPE	60	4T	3			4,94	12,33	12,84	78,73	5,64		
EUROPE	65	4T	3			29,03	33,76	37,68	50,21	29,65		
EUROPE	66	4T	3		21,47	2,96	18,21	9,30	12,81	3,95		
EUROPE	68	4T	3		4,17	0,66	3,36	0,71	3,06	1,39		
EUROPE	75	4T	3		70,83	25,32	39,67	54,10	104,96			
EUROPE	76	4T	3		114,60	20,06	51,54	70,92	262,01			
EUROPE	77	4T	3		162,28	82,79	62,47	127,53	407,77			
EUROPE	78	4T	3		75,49	21,15	26,92	57,41	250,05			
EUROPE	80	4T	3		27,60	6,83	2,72	18,99	40,97			
EUROPE	81	4T	3		139,73	34,40	45,42	125,15	478,89			
EUROPE	83	4T	3		126,34	32,09	33,52	101,68	432,86			
EUROPE	137	4T	3		25,88	7,16	86,37	73,70	37,88	77,99		
EUROPE	160	4T	3			65,51	45,97	86,70	152,18	45,25		
JAPON	26	4T	3		155,63		38,48	130,64	502,61	43,45	114,40	26,34
JAPON	64	4T	3		20,43		13,12	8,24	14,30	2,20	18,36	2,07
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				47,68	24,70	126,43			

Tableau 34. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour les NO_x en g/essai

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			0,142			0,149	0,251	0,039
EUROPE	15	2T	1			0,039	0,080			0,077		
EUROPE	42	2T	1			0,023	0,047			0,030		
EUROPE	43	4T	1			0,427	0,573			0,497		
EUROPE	46	4T	1			0,290	0,563			0,437		
EUROPE	48	2T	1			0,010	0,020			0,017		
EUROPE	50	2T	1			0,030	0,037			0,030		
EUROPE	71	2T	1			0,047	0,097			0,110		
EUROPE	72	2T	1			0,020	0,047			0,020		
EUROPE	73	4T	1		2,810	0,550	0,692					
EUROPE	79	2T	1		5,590	1,720	1,608					
JAPON	62	4T	1				0,936			0,801	3,087	0,834
EUROPE	16	2T	2	x		0,037	0,047	0,700		0,043		
EUROPE	17	4T	2	x		0,270	0,253	2,207		0,230		
EUROPE	41	4T	2	x		0,730	0,783	2,100		0,553		
EUROPE	51	4T	2	x		0,533	0,630	1,510		0,350		
EUROPE	52	4T	2	x		0,430	0,640	2,037		0,383		
JAPON	63	4T	2	x			0,641	2,188		0,500	1,444	0,510
EUROPE	7	4T	2			0,919	1,245	2,673		0,756		
EUROPE	31	4T	2		4,365	0,826	1,620	3,625		0,807		
EUROPE	34	4T	2		1,681	0,519	0,748	1,348		0,451		
EUROPE	35	4T	2		3,999	0,577	0,890	4,364		0,512		
EUROPE	47	4T	2			0,609	0,893	2,950		0,843		
EUROPE	53	4T	2			0,140	0,157	0,567		0,133		
EUROPE	54	4T	2			0,433	0,530	2,570		0,487		
EUROPE	57	4T	2			0,825	1,148	3,778	1,054			
EUROPE	67	4T	2		3,675	0,666	1,665	3,745		0,757		
EUROPE	74	4T	2		4,750	0,860	0,882	5,317				
EUROPE	82	2T	2		0,288	0,206	0,223	0,347				
JAPON	25	4T	2				0,539	1,454		0,419	2,015	0,376
EUROPE	36	4T	3	x	2,281	0,314	0,605	1,858	10,414	0,532		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			1,459	7,682	16,779			
EUROPE	13	4T	3			0,412	1,628	2,609	7,438	0,712		
EUROPE	32	4T	3		1,045	0,123	0,247	0,479	3,729	0,263		
EUROPE	38	4T	3		1,209	0,188	0,437	1,226	4,130	0,358		
EUROPE	39	4T	3		0,901	0,179	0,169	0,482	2,729	0,325		
EUROPE	40	4T	3		2,087	0,230	0,351	0,992	10,820	0,360		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
EUROPE	60	4T	3			0,691	0,959	4,833	10,557	1,092		
EUROPE	65	4T	3			0,557	0,597	2,817	16,440	0,627		
EUROPE	66	4T	3		6,356	0,761	1,152	4,176	20,862	0,765		
EUROPE	68	4T	3		0,172	0,087	0,252	0,277	0,763	0,204		
EUROPE	75	4T	3		2,990	0,270	0,473	1,832	14,886			
EUROPE	76	4T	3		1,140	0,160	0,352	1,039	5,373			
EUROPE	77	4T	3		2,150	0,370	0,639	1,992	5,435			
EUROPE	78	4T	3		2,920	0,450	0,717	2,975	9,712			
EUROPE	80	4T	3		2,456	0,116	0,202	0,739	4,918			
EUROPE	81	4T	3		2,631	0,604	0,846	2,332	5,734			
EUROPE	83	4T	3		3,783	0,727	1,178	3,435	7,733			
EUROPE	137	4T	3		1,843	0,264	0,486	1,643	6,546	0,399		
EUROPE	160	4T	3			0,542	0,726	2,426	10,332	0,639		
JAPON	26	4T	3		4,792		1,955	4,352	8,196	1,158	5,766	0,939
JAPON	64	4T	3		2,023		0,509	1,177	7,835	0,310	1,988	0,310
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				0,974	6,457	26,977			

Tableau 35. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour le CO₂ (valeurs mesurées dans les gaz d'échappement) en g/essai

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			176,6			184,9	477,9	180,3
EUROPE	15	2T	1				179,6	169,3		171,9		
EUROPE	42	2T	1				221,5	186,8		198,6		
EUROPE	43	4T	1				176,8	182,6		169,0		
EUROPE	46	4T	1				156,9	181,9		156,2		
EUROPE	48	2T	1				139,8	145,9		131,9		
EUROPE	50	2T	1				189,3	169,0		157,4		
EUROPE	71	2T	1				139,3	133,9		128,1		
EUROPE	72	2T	1				273,2	239,1		240,8		
EUROPE	73	4T	1		699,0	293,6	289,1					
EUROPE	79	2T	1		407,5	142,1	159,6					
JAPON	62	4T	1				90,4			85,8	259,8	91,7
EUROPE	16	2T	2	x			192,9	176,2	483,8	155,0		
EUROPE	17	4T	2	x			317,3	293,6	539,5	258,9		
EUROPE	41	4T	2	x			221,7	203,4	439,5	184,4		
EUROPE	51	4T	2	x			201,5	224,3	401,9	178,2		
EUROPE	52	4T	2	x			193,8	204,2	414,1	188,6		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	63	4T	2	x			186,2	358,2		162,8	411,7	193,0
EUROPE	7	4T	2			307,1	316,2	610,2		293,9		
EUROPE	31	4T	2		797,0	313,8	303,4	602,4		276,9		
EUROPE	34	4T	2		477,6	202,2	192,7	343,5		170,9		
EUROPE	35	4T	2		654,5	262,0	245,5	470,8		183,8		
EUROPE	47	4T	2			255,5	253,8	407,6		205,2		
EUROPE	53	4T	2			178,9	180,4	369,0		157,0		
EUROPE	54	4T	2			215,9	237,3	499,7		194,8		
EUROPE	57	4T	2			291,7	305,0	501,8	271,4			
EUROPE	67	4T	2		744,6	293,2	284,2	577,6		270,5		
EUROPE	74	4T	2		644,7	235,2	178,0	443,6				
EUROPE	82	2T	2		412,1	214,1	107,6	366,2				
JAPON	25	4T	2				285,1	443,1		246,2	696,2	315,9
EUROPE	36	4T	3	x	604,1	268,0	254,2	391,5	945,3	220,7		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			670,3	1 086,9	1 913,6			
EUROPE	13	4T	3			468,5	501,1	710,0	1 374,4	398,7		
EUROPE	32	4T	3		1 644,5	790,9	690,6	1 111,4	2 062,9	670,2		
EUROPE	38	4T	3		1 295,0	672,0	574,6	864,1	1 554,3	573,0		
EUROPE	39	4T	3		1 418,6	644,7	635,0	924,1	1 629,1	523,2		
EUROPE	40	4T	3		1 533,7	783,4	733,1	998,2	1 789,3	649,1		
EUROPE	60	4T	3			637,2	579,0	888,4	1 537,3	570,0		
EUROPE	65	4T	3			692,5	596,4	933,7	1 883,3	524,9		
EUROPE	66	4T	3		1 476,5	691,5	665,2	1 053,2	2 075,5	599,8		
EUROPE	68	4T	3		1 542,8	817,7	764,1	1 003,5	1 733,1	660,1		
EUROPE	75	4T	3		1 327,9	657,1	596,2	884,7	1 600,3			
EUROPE	76	4T	3		1 183,4	556,6	596,7	857,3	1 571,5			
EUROPE	77	4T	3		830,4	336,4	353,1	577,8	1 283,8			
EUROPE	78	4T	3		719,1	320,4	259,1	490,1	1 185,4			
EUROPE	80	4T	3		1 488,2	755,5	125,9	1 034,3	1 889,0			
EUROPE	81	4T	3		590,3	235,6	224,7	404,2	890,8			
EUROPE	83	4T	3		1 055,5	493,0	476,2	684,3	1 398,6			
EUROPE	137	4T	3		929,7	464,4	355,9	539,3	1 164,9	313,1		
EUROPE	160	4T	3			566,3	441,2	690,3	1 244,3	459,2		
JAPON	26	4T	3		953,2		418,2	632,2	1 332,1	348,9	963,7	414,4
JAPON	64	4T	3		1 425,7		699,4	1 010,2	1 857,9	626,6	1 568,6	683,5
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				463,9	789,4	1 607,0			

Tableau 36. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour les HC en g/km

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			4,006			2,347	2,387	2,105
EUROPE	15	2T	1			7,787	10,158			5,413		
EUROPE	42	2T	1			9,038	6,483			6,398		
EUROPE	43	4T	1			0,828	0,880			0,781		
EUROPE	46	4T	1			0,874	1,225			0,865		
EUROPE	48	2T	1			28,709	13,441			14,118		
EUROPE	50	2T	1			15,984	14,759			14,986		
EUROPE	71	2T	1			16,647	12,444			13,960		
EUROPE	72	2T	1			2,953	4,632			2,267		
EUROPE	73	4T	1		0,781	0,727	0,691					
EUROPE	79	2T	1		0,841	0,915	0,886					
JAPON	62	4T	1				0,902			0,760	0,708	0,698
EUROPE	16	2T	2	x		14,533	10,054	7,489		9,234		
EUROPE	17	4T	2	x		2,502	2,973	1,825		2,412		
EUROPE	41	4T	2	x		1,897	2,490	2,064		2,131		
EUROPE	51	4T	2	x		1,178	1,045	0,783		1,006		
EUROPE	52	4T	2	x		1,491	1,962	1,371		1,435		
JAPON	63	4T	2	x			0,793	0,692		0,559	0,463	0,536
EUROPE	7	4T	2			0,430	0,759	0,430		0,324		
EUROPE	31	4T	2		0,536	0,339	0,770	0,333		0,200		
EUROPE	34	4T	2		0,536	0,477	0,795	0,594		0,514		
EUROPE	35	4T	2		0,873	1,281	1,004	0,763		1,069		
EUROPE	47	4T	2			0,500	0,694	0,495		0,504		
EUROPE	53	4T	2			2,050	2,881	1,693		1,795		
EUROPE	54	4T	2			0,909	1,170	0,584		0,768		
EUROPE	57	4T	2			1,419	1,831	0,888	1,364			
EUROPE	67	4T	2		0,454	0,191	0,699	0,286		0,168		
EUROPE	74	4T	2		1,429	3,178	2,864	1,523				
EUROPE	82	2T	2		3,757	1,077	7,233	3,789				
JAPON	25	4T	2				0,711	0,504		0,604	0,469	0,247
EUROPE	36	4T	3	x	0,534	0,593	0,715	0,520	0,466	0,461		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			2,875	0,594	0,400			
EUROPE	13	4T	3			0,552	0,881	0,378	0,301	0,498		
EUROPE	32	4T	3		0,543	0,131	1,553	0,174	0,103	0,465		
EUROPE	38	4T	3		0,454	0,170	1,533	0,160	0,044	0,250		
EUROPE	39	4T	3		0,471	0,367	1,003	0,413	0,689	1,350		
EUROPE	40	4T	3		0,388	0,282	0,456	0,232	0,226	0,501		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
EUROPE	60	4T	3			1,217	2,328	0,891	0,734	1,566		
EUROPE	65	4T	3			2,244	2,657	1,003	0,523	1,563		
EUROPE	66	4T	3		0,447	0,168	1,313	0,206	0,174	0,251		
EUROPE	68	4T	3		0,081	0,029	0,204	0,018	0,029	0,090		
EUROPE	75	4T	3		0,734	0,819	1,091	0,663	0,720			
EUROPE	76	4T	3		0,378	0,232	0,593	0,347	0,422			
EUROPE	77	4T	3		0,994	1,557	1,432	1,041	0,649			
EUROPE	78	4T	3		1,029	1,790	1,730	1,398	0,705			
EUROPE	80	4T	3		0,439	0,313	0,100	0,376	0,358			
EUROPE	81	4T	3		0,638	0,757	1,606	0,642	0,438			
EUROPE	83	4T	3		0,821	0,617	1,065	0,734	0,497			
EUROPE	137	4T	3		0,163	0,115	0,900	0,403	0,167	0,581		
EUROPE	160	4T	3			1,345	1,453	0,963	0,452	1,159		
JAPON	26	4T	3		0,721		1,498	0,860	0,529	0,621	0,846	0,653
JAPON	64	4T	3		0,384		0,782	0,424	0,333	0,284	0,402	0,277
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				4,434	0,899	0,438			

Tableau 37. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour le CO en g/km

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie max. du cycle WMTC	Vitesse max. non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			5,62			4,74	5,72	4,24
EUROPE	15	2T	1			11,59	10,42			9,92		
EUROPE	42	2T	1			17,92	15,12			14,74		
EUROPE	43	4T	1			14,22	14,22			14,50		
EUROPE	46	4T	1			13,28	12,77			13,87		
EUROPE	48	2T	1			40,73	32,01			31,88		
EUROPE	50	2T	1			33,43	30,50			29,85		
EUROPE	71	2T	1			29,25	24,64			24,71		
EUROPE	72	2T	1			11,95	9,56			12,22		
EUROPE	73	4T	1		10,99	4,55	6,65					
EUROPE	79	2T	1		0,67	0,48	0,71					
JAPON	62	4T	1				5,28			6,03	5,21	5,64
EUROPE	16	2T	2	x		27,75	21,35	15,26		21,30		
EUROPE	17	4T	2	x		42,63	40,71	32,28		43,06		
EUROPE	41	4T	2	x		9,65	14,52	20,41		13,72		
EUROPE	51	4T	2	x		15,78	13,94	22,85		17,12		
EUROPE	52	4T	2	x		10,82	13,70	18,05		13,35		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie max. du cycle WMTC	Vitesse max. non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	63	4T	2	x			10,22	13,91		11,66	10,17	9,95
EUROPE	7	4T	2			3,28	3,75	6,99		3,73		
EUROPE	31	4T	2		3,73	0,84	1,69	2,94		1,03		
EUROPE	34	4T	2		11,08	3,17	5,32	11,22		5,43		
EUROPE	35	4T	2		8,89	7,15	7,24	6,11		9,88		
EUROPE	47	4T	2			9,55	7,75	10,06		9,05		
EUROPE	53	4T	2			31,93	34,59	28,83		30,11		
EUROPE	54	4T	2			15,48	16,19	12,09		17,05		
EUROPE	57	4T	2			7,50	6,49	7,20	5,90			
EUROPE	67	4T	2		4,79	0,82	1,95	3,34		1,15		
EUROPE	74	4T	2		6,85	5,90	7,35	6,94				
EUROPE	82	2T	2		4,04	0,63	7,40	13,66				
JAPON	25	4T	2				7,41	15,96		8,19	8,77	4,91
EUROPE	36	4T	3	x	16,14	15,63	15,62	13,32	13,47	13,08		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			15,91	2,73	13,81			
EUROPE	13	4T	3			4,32	5,95	3,99	5,50	4,68		
EUROPE	32	4T	3		4,90	1,71	13,78	2,41	1,21	5,20		
EUROPE	38	4T	3		7,80	3,91	20,34	2,67	1,97	5,21		
EUROPE	39	4T	3		3,83	0,49	6,21	3,58	10,27	4,66		
EUROPE	40	4T	3		1,36	1,16	2,58	0,86	0,56	1,19		
EUROPE	60	4T	3			1,22	3,02	1,40	4,99	1,38		
EUROPE	65	4T	3			7,13	8,12	4,10	3,19	7,08		
EUROPE	66	4T	3		1,95	0,75	4,49	1,02	0,81	0,97		
EUROPE	68	4T	3		0,39	0,17	0,84	0,08	0,19	0,34		
EUROPE	75	4T	3		6,59	6,42	9,77	5,93	6,66			
EUROPE	76	4T	3		10,64	5,12	12,71	7,76	16,63			
EUROPE	77	4T	3		15,13	21,07	15,40	14,03	25,97			
EUROPE	78	4T	3		7,04	5,45	6,58	6,30	15,91			
EUROPE	80	4T	3		2,55	1,72	0,67	2,09	2,61			
EUROPE	81	4T	3		12,92	8,67	11,19	13,76	30,85			
EUROPE	83	4T	3		11,69	8,10	8,29	11,15	27,45			
EUROPE	137	4T	3		2,40	1,83	21,45	8,11	2,41	19,38		
EUROPE	160	4T	3			16,09	11,24	9,47	9,69	11,02		
JAPON	26	4T	3		14,13		9,47	14,34	31,95	10,70	9,53	6,60
JAPON	64	4T	3		1,85		3,23	0,90	0,91	0,54	1,53	0,52
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				11,73	2,71	8,08			

Tableau 38. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour les NO_x en g/km

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			0,035			0,037	0,023	0,010
EUROPE	15	2T	1			0,010	0,020			0,019		
EUROPE	42	2T	1			0,006	0,011			0,007		
EUROPE	43	4T	1			0,107	0,142			0,122		
EUROPE	46	4T	1			0,073	0,138			0,108		
EUROPE	48	2T	1			0,003	0,005			0,004		
EUROPE	50	2T	1			0,008	0,009			0,007		
EUROPE	71	2T	1			0,012	0,024			0,027		
EUROPE	72	2T	1			0,005	0,012			0,005		
EUROPE	73	4T	1		0,260	0,139	0,169					
EUROPE	79	2T	1		0,558	0,433	0,394					
JAPON	62	4T	1				0,234			0,200	0,285	0,209
EUROPE	16	2T	2	x		0,009	0,012	0,080		0,011		
EUROPE	17	4T	2	x		0,067	0,062	0,247		0,056		
EUROPE	41	4T	2	x		0,183	0,193	0,236		0,139		
EUROPE	51	4T	2	x		0,134	0,154	0,168		0,086		
EUROPE	52	4T	2	x		0,108	0,158	0,229		0,094		
JAPON	63	4T	2	x			0,158	0,243		0,123	0,133	0,128
EUROPE	7	4T	2			0,230	0,311	0,295		0,186		
EUROPE	31	4T	2		0,416	0,209	0,397	0,397		0,198		
EUROPE	34	4T	2		0,159	0,132	0,185	0,149		0,111		
EUROPE	35	4T	2		0,382	0,146	0,221	0,483		0,126		
EUROPE	47	4T	2			0,152	0,219	0,325		0,208		
EUROPE	53	4T	2			0,035	0,039	0,062		0,033		
EUROPE	54	4T	2			0,109	0,131	0,283		0,120		
EUROPE	57	4T	2			0,203	0,293	0,414	0,258			
EUROPE	67	4T	2		0,346	0,167	0,408	0,412		0,186		
EUROPE	74	4T	2		0,450	0,218	0,218	0,585				
EUROPE	82	2T	2		0,028	0,052	0,055	0,041				
JAPON	25	4T	2				0,133	0,159		0,103	0,168	0,094
EUROPE	36	4T	3	x	0,213	0,080	0,150	0,205	0,665	0,131		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			0,359	0,844	1,071			
EUROPE	13	4T	3			0,103	0,400	0,286	0,475	0,173		
EUROPE	32	4T	3		0,098	0,031	0,061	0,053	0,237	0,065		
EUROPE	38	4T	3		0,112	0,049	0,108	0,135	0,263	0,088		
EUROPE	39	4T	3		0,084	0,046	0,042	0,053	0,173	0,081		
EUROPE	40	4T	3		0,194	0,059	0,087	0,110	0,688	0,089		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
EUROPE	60	4T	3			0,170	0,235	0,528	0,669	0,267		
EUROPE	65	4T	3			0,137	0,144	0,307	1,043	0,150		
EUROPE	66	4T	3		0,578	0,193	0,284	0,459	1,326	0,187		
EUROPE	68	4T	3		0,016	0,022	0,063	0,031	0,049	0,050		
EUROPE	75	4T	3		0,278	0,068	0,116	0,201	0,945			
EUROPE	76	4T	3		0,106	0,041	0,087	0,114	0,341			
EUROPE	77	4T	3		0,200	0,094	0,157	0,219	0,346			
EUROPE	78	4T	3		0,272	0,116	0,175	0,326	0,618			
EUROPE	80	4T	3		0,227	0,029	0,050	0,081	0,313			
EUROPE	81	4T	3		0,243	0,152	0,208	0,256	0,369			
EUROPE	83	4T	3		0,350	0,183	0,291	0,377	0,490			
EUROPE	137	4T	3		0,171	0,067	0,121	0,181	0,416	0,099		
EUROPE	160	4T	3			0,133	0,177	0,265	0,658	0,156		
JAPON	26	4T	3		0,435		0,482	0,478	0,521	0,285	0,480	0,235
JAPON	64	4T	3		0,184		0,125	0,129	0,497	0,076	0,166	0,078
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				0,239	0,708	1,724			

Tableau 39. Résultats des essais de validation des mesures d'émissions pour le CO₂ (valeurs mesurées dans les gaz d'échappement) en g/km

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	19	2T	1	x			43,6			45,6	43,9	45,2
EUROPE	15	2T	1			44,9	41,3			42,2		
EUROPE	42	2T	1			55,6	45,6			48,6		
EUROPE	43	4T	1			44,2	45,2			41,6		
EUROPE	46	4T	1			39,3	44,7			38,6		
EUROPE	48	2T	1			35,0	36,2			32,5		
EUROPE	50	2T	1			47,6	41,4			38,7		
EUROPE	71	2T	1			34,9	33,1			31,6		
EUROPE	72	2T	1			68,7	59,2			59,7		
EUROPE	73	4T	1		64,7	74,1	70,7					
EUROPE	79	2T	1		40,7	35,8	39,1					
JAPON	62	4T	1				22,7			21,4	24,0	23,0
EUROPE	16	2T	2	x		48,3	43,5	55,0		37,9		
EUROPE	17	4T	2	x		79,1	72,2	60,4		63,3		
EUROPE	41	4T	2	x		55,5	50,2	49,3		46,3		
EUROPE	51	4T	2	x		50,5	54,9	44,8		43,8		
EUROPE	52	4T	2	x		48,5	50,3	46,5		46,1		

Région	N° du véhicule	Type de moteur	Partie maximum du cycle WMTC	Vitesse maximum non atteinte	NEDC	CEE R 40	WMTC, partie 1 à froid	WMTC, partie 2 à froid	WMTC, partie 3 à froid	WMTC, partie 1 à chaud	FTP (États-Unis)	TRIAS
JAPON	63	4T	2	x			45,9	39,8		40,1	38,0	48,3
EUROPE	7	4T	2			76,9	79,1	67,4		72,5		
EUROPE	31	4T	2		76,0	79,2	74,4	66,0		67,8		
EUROPE	34	4T	2		45,2	51,3	47,7	37,9		42,1		
EUROPE	35	4T	2		62,5	66,5	61,0	52,1		45,3		
EUROPE	47	4T	2			63,9	62,3	44,8		50,5		
EUROPE	53	4T	2			44,8	44,4	40,7		38,7		
EUROPE	54	4T	2			54,1	58,4	54,9		47,8		
EUROPE	57	4T	2			71,6	77,9	55,0	66,5			
EUROPE	67	4T	2		70,1	73,4	69,7	63,5		66,4		
EUROPE	74	4T	2		61,1	59,6	44,1	48,8				
EUROPE	82	2T	2		40,4	53,8	26,7	42,9				
JAPON	25	4T	2			79,0	70,4	48,6		60,6	58,1	79,0
EUROPE	36	4T	3	x	56,3	67,8	62,9	43,1	60,3	54,5		
ÉTATS-UNIS	28	4T	3	x			164,7	119,4	122,1			
EUROPE	13	4T	3			117,4	123,0	77,9	87,7	97,0		
EUROPE	32	4T	3		153,8	201,8	170,8	122,3	131,1	164,7		
EUROPE	38	4T	3		120,3	173,8	142,8	94,9	98,8	141,3		
EUROPE	39	4T	3		131,8	164,8	157,2	101,6	103,5	130,2		
EUROPE	40	4T	3		142,8	200,1	181,3	110,5	113,8	159,8		
EUROPE	60	4T	3			156,9	142,0	97,1	97,5	139,5		
EUROPE	65	4T	3			170,1	143,5	101,7	119,5	125,3		
EUROPE	66	4T	3		134,2	175,9	163,9	115,7	131,9	146,8		
EUROPE	68	4T	3		143,3	210,9	190,5	110,6	110,3	162,5		
EUROPE	75	4T	3		123,5	166,7	146,8	97,0	101,6			
EUROPE	76	4T	3		109,9	142,0	147,1	93,8	99,8			
EUROPE	77	4T	3		77,4	85,6	87,0	63,6	81,8			
EUROPE	78	4T	3		67,1	82,5	63,3	53,8	75,4			
EUROPE	80	4T	3		137,4	190,8	31,1	113,8	120,2			
EUROPE	81	4T	3		54,6	59,4	55,4	44,4	57,4			
EUROPE	83	4T	3		97,7	124,4	117,8	75,1	88,7			
EUROPE	137	4T	3		86,1	118,6	88,4	59,4	74,0	77,8		
EUROPE	160	4T	3			139,0	107,8	75,4	79,2	111,9		
JAPON	26	4T	3		86,5		103,0	69,4	84,7	85,9	80,3	103,8
JAPON	64	4T	3		129,4		172,0	110,7	117,9	154,1	130,8	171,2
ÉTATS-UNIS	27	4T	3				114,1	86,5	102,7			

10. PROTOCOLE D'ESSAI

Une version mise à jour du protocole d'essai a été élaborée sur la base des discussions qui avaient eu lieu jusque-là au sein du groupe WMTC et des travaux de l'ISO concernant l'actualisation de la norme ISO 11486 (motocycles à deux roues – réglage du banc dynamométrique par la méthode de la décélération) et de la norme ISO 6460 (qui traite des aspects de prélèvement des gaz et de refroidissement). Le protocole a été utilisé pour la préparation de l'exercice comparatif interlaboratoires. Il peut maintenant être remplacé par le projet de règlement technique mondial.

11. EXERCICE COMPARATIF INTERLABORATOIRES

L'exercice comparatif interlaboratoires a débuté en avril 2003. Trois véhicules (un par classe) ont été essayés dans différents laboratoires dans les trois régions. L'objectif était d'acquérir une expérience en matière d'interprétation et d'application de la procédure d'essai WMTC dans différents laboratoires et d'obtenir des données fiables pour le calcul de la reproductibilité de la procédure d'essai WMTC.

Huit laboratoires ont participé à cet exercice, un au Japon, un aux États-Unis et six en Europe. Les résultats de l'essai WMTC sont présentés au tableau 40. Le tableau 41 donne les résultats pour l'essai du Règlement CEE n° 40. De grandes disparités ont été observées dans les résultats entre les laboratoires pour les deux cycles.

Les écarts concernant les résultats d'essai ont été étudiés en détail, mais cette analyse n'a pas pu être appliquée aux résultats d'essai selon le cycle CEE du fait que la mesure avait seulement été effectuée une fois lors de l'essai CEE pour exercice interlaboratoires.

Tableau 40. Résultats de l'exercice comparatif interlaboratoires pour le cycle d'essai WMTC

Moyenne des trois essais exécutés dans chaque laboratoire										Corrélation entre tous les laboratoires										
WMTC	Partie 1									Valeur moyenne	Écart (%)								Écart type	Écart type relatif (%)
	Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H	Lab. A		Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H			
CO (g/km)	Classe 1	6,94	5,77	7,12	8,04	6,38	8,92	7,51	8,27	7,37	-6	-22	-3	9	-13	21	2	12	1,03	14
	Classe 2	6,26	4,22	4,17	6,07	6,85	5,41	4,87	6,95	6,60	12	-25	-26	8	22	-3	-13	24	1,11	20
	Classe 3	14,22	14,01	15,24	20,40	13,55	15,31	15,30	15,94	15,50	-8	-10	-2	32	-13	-1	-1	3	2,14	14
HC (g/km)	Classe 1	1,48	1,19	1,51	1,21	0,97	1,67	1,08	1,45	1,32	12	-10	15	-8	-27	27	-18	10	0,24	18
	Classe 2	0,90	0,58	1,19	0,78	0,96	1,36	0,47	1,14	0,92	-3	-37	29	-15	4	47	-49	24	0,30	33
	Classe 3	2,28	1,86	1,99	2,58	2,03	2,33	2,27	2,23	2,20	4	-16	-9	18	-7	6	3	2	0,23	10
NO _x (g/km)	Classe 1	0,35	0,43	0,33	0,41	0,34	0,36	0,34	0,39	0,37	-4	17	-12	11	-7	-3	-7	6	0,04	10
	Classe 2	0,19	0,23	0,21	0,22	0,23	0,28	0,17	0,22	0,22	-15	7	-5	-1	6	29	-24	2	0,03	16
	Classe 3	0,40	0,43	0,35	0,41	0,39	0,41	0,37	0,40	0,39	1	9	-11	3	-2	3	-5	3	0,02	6
CO ₂ (g/km)	Classe 1	69,09	74,13	61,65	69,48	79,54	73,34	71,15	72,39	71,34	-3	4	-14	-3	11	3	0	1	5,11	7
	Classe 2	53,98	55,51	47,97	50,80	66,64	62,57	50,60	61,79	66,23	-4	-1	-15	-10	19	11	-10	10	6,70	12
	Classe 3	143,36	148,63	136,14	144,55	162,00	155,65	158,66	156,63	160,70	-5	-1	-10	-4	7	3	5	4	8,94	6

(*) Partie 1 à chaud pour le véhicule Peugeot										Corrélation entre tous les laboratoires										
Partie 1									Valeur moyenne	Écart (%)								Écart type	Écart type relatif (%)	
Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H	Lab. A		Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H				
CO (g/km)	Classe 1	4,81	3,46	5,51	6,38	3,94	5,94	5,14	5,48	5,08	-5	-32	8	25	-22	17	1	8	0,98	19
	Classe 2	14,26	11,64	7,77	8,61	9,62	11,22	10,28	11,98	10,67	34	9	-27	-19	-10	5	-4	12	2,06	19
	Classe 3	2,92	2,30	3,03	3,38	2,39	2,30	3,57	3,26	2,89	1	-21	5	17	-17	-21	24	13	0,51	18
HC (g/km)	Classe 1	0,88	0,89	0,91	0,81	0,60	0,96	0,75	0,87	0,83	6	7	9	-3	-28	15	-10	4	0,11	14
	Classe 2	0,71	0,52	0,79	0,56	0,69	1,02	0,51	0,88	0,71	0	-27	11	-21	-3	43	-28	24	0,18	25
	Classe 3	0,48	0,48	0,48	0,50	0,42	0,57	0,51	0,49	0,49	-2	-2	-2	2	-15	15	4	-1	0,04	8
NO _x (g/km)	Classe 1	0,36	0,44	0,31	0,43	0,35	0,33	0,36	0,38	0,37	-4	19	-15	16	-5	-11	-2	2	0,04	12
	Classe 2	0,25	0,30	0,32	0,39	0,31	0,36	0,29	0,34	0,32	-20	-7	-1	23	-3	13	-11	5	0,04	14
	Classe 3	0,92	1,09	0,76	0,99	0,77	0,95	0,84	0,97	0,91	0	20	-17	9	-15	4	-7	7	0,11	13
CO ₂ (g/km)	Classe 1	69,86	72,55	61,50	68,20	80,00	73,77	72,55	72,26	71,34	-2	2	-14	-4	12	3	2	1	5,26	7
	Classe 2	45,88	47,04	43,13	45,24	52,63	51,84	46,05	50,96	47,85	-4	-2	-10	-5	10	8	-4	7	3,49	7
	Classe 3	101,28	104,76	94,07	103,20	106,59	107,10	111,38	106,11	104,31	-3	0	-10	-1	2	3	7	2	5,09	5

		Corrélation entre tous les laboratoires																		
		Partie I								Valeur moyenne	Écart (%)								Écart type	Écart type relatif (%)
		Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H		Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. G	Lab. H		
CO (g/km)	Classe 3	10,60		7,15	6,44	3,62	5,35	17,46	7,47	8,69	22	n.d.	-18	-26	-58	-38	101	-14	5,53	64
HC (g/km)	Classe 3	0,37		0,31	0,31	0,24	0,34	0,52	0,33	0,36	4	n.d.	-12	-14	-32	-5	46	-7	0,10	29
NO _x (g/km)	Classe 3	1,12		1,07	1,45	1,35	1,33	0,76	1,32	1,20	-7	n.d.	-11	20	12	11	-37	10	0,27	23
CO ₂ (g/km)	Classe 3	108,33		102,48	109,40	114,30	114,68	110,87	118,37	111,52	-3	n.d.	-8	-2	2	3	-1	6	2,87	3

À l'exclusion de B & G

N. B. Seuls l'écart minimal et l'écart maximal sont indiqués.

À l'exclusion de B & G

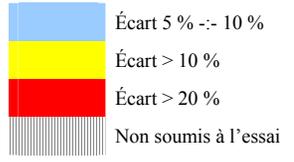


Tableau 41. Résultats de l'exercice comparatif interlaboratoires pour le cycle d'essai du Règlement CEE n° 40

1 essai pour chaque laboratoire: D & CH = 2 essais, JRC = 3 essais

2002/51/EC		Résultat global d'émissions								Corrélation entre tous les laboratoires									
		Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. H	Valeur moyenne	Écart (%)								Écart type	Écart type relatif (%)
										Lab. A	Lab. B	Lab. C	Lab. D	Lab. E	Lab. F	Lab. H			
CO (g/km)	Classe 1	3,81	3,64	5,40	5,61	3,29	4,93	5,17	4,55	-16	-20	19	23	-28	8	14	0,94	21	
	Classe 2	7,03	4,93	5,14	7,37	7,13	5,24	7,29	6,30	11	-22	-19	17	13	-17	16	1,13	18	
	Classe 3	5,80	3,62	6,03	7,40	5,29	4,14	6,01	5,47	6	-34	10	35	3	-24	10	1,27	23	
HC (g/km)	Classe 1	0,77	0,87	0,99	0,83	0,56	0,89	0,84	0,82	-6	5	20	1	-32	8	3	0,13	16	
	Classe 2	1,25	0,98	1,50	0,45	1,33	1,45	1,32	1,18	6	-17	27	-62	12	22	12	0,36	31	
	Classe 3	1,60	1,61	1,05	1,39	1,12	1,26	0,96	1,28	25	25	-18	9	-13	-2	-25	0,26	20	
NO _x (g/km)	Classe 1	0,27	0,37	0,27	0,29	0,31	0,32	0,26	0,30	-8	24	-8	-2	4	6	-15	0,04	13	
	Classe 2	0,13	0,18	0,14	0,10	0,13	0,22	0,16	0,15	-14	19	-6	-32	-17	46	4	0,04	26	
	Classe 3	0,18	0,27	0,25	0,13	0,23	0,30	0,24	0,23	-20	19	9	-44	-2	33	4	0,06	25	
CO ₂ (g/km)	Classe 1	74,54	78,15	65,07	74,20	89,60	80,05	77,00	76,95	-3	2	-15	-4	16	4	0	7,37	10	
	Classe 2	62,44	66,33	58,43	57,60	71,90	70,63	69,70	65,29	-4	2	-11	-12	10	8	7	5,88	9	
	Classe 3	152,20	154,51	159,21	151,10	185,60	173,97	169,90	163,78	-7	-6	-3	-8	13	6	4	13,03	8	

	Écart 5 % -:- 10 %
	Écart > 10 %
	Écart > 20 %

N. B. Seuls l'écart minimal et l'écart maximal sont indiqués.

L'analyse des résultats de l'exercice interlaboratoires a permis de tirer les conclusions suivantes:

- a) La constatation principale faite lors de l'exercice concernait les écarts importants observés dans les résultats d'essai, aussi bien pour le cycle WMTC que pour le cycle au Règlement CEE n° 40, entre les laboratoires participants;
- b) L'analyse de variance à un seul facteur des résultats des essais WMTC a abouti aux constatations suivantes:
 - Il n'y avait pas de différence notable de répétabilité (variance) entre les laboratoires;
 - Il y avait des différences de résultats d'essai entre laboratoires;
- c) L'analyse de régression multiple des résultats d'essai WMTC et du suivi du tracé de vitesse a abouti aux conclusions suivantes:
 - Certains des laboratoires n'avaient pas maintenu les erreurs de suivi du tracé de vitesse dans les limites des tolérances fixées dans le cycle WMTC;
 - Dans de nombreux cas, il y avait une corrélation entre la quantité d'émissions THC et le suivi du tracé de vitesse;
 - Outre le suivi du tracé de vitesse, le système de mesure des émissions, y compris le réglage du banc dynamométrique, peut être considéré comme un facteur influent sur les résultats d'essai d'émissions;
- d) L'analyse des concentrations d'émissions dans les séries chronologiques des laboratoires enregistrant des résultats différents en matière de suivi du tracé de vitesse a donné les résultats suivants:
 - Avec le cycle WMTC, le résultat en matière d'émissions de THC différait lorsque l'efficacité du suivi du tracé de vitesse différait;
 - Il existait des différences de concentration totale de carbone entre les laboratoires et ces différences pourraient être imputables à des disparités dans l'étalonnage du système de mesure des émissions, y compris le réglage du banc dynamométrique;
- e) Une influence éventuelle de l'état des véhicules sur le comportement du point de vue des émissions semblait plausible d'après les résultats d'émissions de NO_x et d'autres émissions, mais les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour permettre une analyse sérieuse de cette éventualité.

Données nécessaires pour l'évaluation des corrélations entre laboratoires

Les disparités des résultats d'essai des laboratoires pourraient être corrigées par les méthodes énumérées ci-après. Ces méthodes devront être appliquées par chaque laboratoire en vue d'améliorer la précision de ses mesures.

a) Erreurs affectant le système de mesure:

– Banc à rouleau:

Élimination des erreurs systématiques: étude de la résistance à l'avancement (examen de l'appareillage dynamométrique et du temps de décélération libre);

Élimination des erreurs accidentelles: essais répétés (mesure déjà appliquée en pratique);

– Système d'échappement:

Élimination des erreurs systématiques: étalonnage du système de mesure des émissions par injection de propane avant un exercice comparatif interlaboratoires. En outre, étalonnage du système de mesure des émissions par injection d'un gaz d'échelle après chaque série d'essai;

Élimination des erreurs accidentelles: répétition des essais (mesure déjà appliquée en pratique);

b) Modification de l'état du véhicule:

Après le réglage de la résistance à l'avancement, mesurer la quantité d'émissions (g/km) au ralenti et à des vitesses constantes (par exemple: 40, 60, 80, 100 et 120 km/h), et déterminer s'il s'est produit une modification de l'état du véhicule ou s'il est apparu des erreurs dans le système de mesure des émissions;

Élimination des erreurs systématiques: respect du protocole d'essai et fixation de conditions d'essai uniformes telles que température, humidité, direction de l'air de refroidissement et autres conditions;

Élimination des erreurs accidentelles: exécuter avec le véhicule d'essai au moins deux cycles avant de commencer l'essai proprement dit;

c) Méthode de conduite du véhicule:

Envisager d'appliquer les méthodes ci-après, étant entendu que le véhicule d'essai doit être conduit conformément aux tolérances prescrites dans la méthode d'essai;

Élimination des erreurs systématiques: utiliser le même pilote pendant tout l'essai;

Élimination des erreurs accidentelles: répétition des essais (mesure déjà appliquée).

12. ÉMISSIONS HORS CYCLE

La discussion a déjà commencé sur ce point mais elle doit encore se poursuivre. Les aspects généraux et les définitions qui sont actuellement discutés au sein du Groupe de travail parallèle des émissions hors cycle des véhicules poids lourd (groupe informel du GRPE) seront éventuellement examinés dans le cadre des discussions du groupe WMTC.

13. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le cycle d'essai élaboré et les prescriptions correspondantes concernant les changements de rapports ont été mis à l'essai dans plusieurs laboratoires des trois régions pour déterminer la bonne exécution du cycle au banc. Ils représentent un bon compromis entre la représentativité des conditions de conduite réelles et les impératifs des essais au banc tels que la reproductibilité. Les caractéristiques dynamiques du cycle WMTC reproduisent les conditions moyennes de conduite des motocycles en utilisation réelle. Le résultat final du processus d'élaboration du cycle est la version 9 du cycle, comprenant trois parties et deux versions par partie (vitesse normale et vitesse réduite).

Les prescriptions de réglage de la puissance absorbée et d'autres prescriptions concernant les conditions d'essai telles que celles s'appliquant à la soufflerie de refroidissement ont été actualisées compte tenu des résultats des travaux de l'ISO.

Bien que les objectifs fixés pour le programme de validation des mesures d'émissions n'aient pas été intégralement atteints, on dispose d'assez de résultats sûrs pour pouvoir poursuivre les études. Tous les systèmes antipollution actuels sont représentés dans l'échantillon de véhicules; certes, ces systèmes étaient quelque peu sous-représentés dans la classe provisoire 2, mais la majeure partie, par contre, des véhicules de la classe provisoire 3 était équipée de tels systèmes. Une grande partie des résultats de l'essai de validation des mesures d'émissions est utilisable pour une comparaison de l'essai WMTC avec les procédures d'essai régionales de contrôle des émissions.

L'exercice comparatif interlaboratoires a été effectué. Le résultat le plus marquant de cet exercice a été la constatation de larges disparités des résultats d'essai pour le cycle WMTC comme pour l'essai conformément au Règlement CEE n° 40 entre les laboratoires exécutants. Il faudra que ces variations soient réduites. Certaines recommandations ont été formulées sur la manière de traiter ce problème.

Les compromis auxquels on est parvenu pour la classification des véhicules et la pondération des résultats correspondent à un équilibre harmonieux entre des exigences différentes telles que représentativité, possibilité d'exécution pratique et simplicité.

Sur la base du cycle d'essai, des prescriptions concernant les changements de rapports et du protocole d'essai ainsi élaboré, il est possible d'établir une procédure d'essai mondiale harmonisée de contrôle des émissions des motocycles. Un projet de version de règlement technique mondial a déjà été élaboré. La seule question qui reste désormais à trancher est celle des valeurs prescrites pour les résultats.

14. BIBLIOGRAPHIE

- [1] R R.C. Rijkeboer:
WMTC – Final report, TNO Report 01.OR.VM.034.1/RR, by order of the Netherlands Ministry of the Environment (VROM), mai 2001.
- [2] F. Schröder:
«Betriebsweise, Emissionen und Kraftstoffverbrauch von Motorrädern.» Thesis of the Technical University Darmstadt. Série Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12, Nr. 435, mai 2000.
- [3] ISO TC22 SC22 WG17:
«Expert proposals on the four technical aspects to WMTC FE», avril 2002.
- [4] Proposition de projet de règlement technique mondial (rtm) énonçant des prescriptions uniformes relatives à la méthode de mesure applicable aux motocycles équipés d'un moteur à allumage commandé ou d'un moteur à allumage par compression en ce qui concerne les émissions de gaz polluants et de CO₂ par le moteur et la consommation de carburant (TRANS/WP.29/GRPE/2004/11).
- [5] JARI:
Presentation material for the WMTC group related to in-use data analysis with respect to cycle development work, dealing with statistical distributions of vehicle speed, idling time, trip length, acceleration, deceleration and cruising phases, 2000 to 2001.
- [6] M. Akai:
«Analysis of the Candidate Cycles for the WMTC activities», Japan Automobile Research Institute, 2 avril 2001.
- [7] JARI:
«Analysis of WMTC Round Robin Test Results» (Draft), Japan Automobile Research Institute, 17 décembre 2003, WMTC-2004-143.

15. ANNEXE A – DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MODIFICATION DU CYCLE WMTC

Les modifications ci-après ont été apportées au cycle pour tenir compte des discussions techniques qui avaient eu lieu au sein du groupe WMTC et des essais préliminaires exécutés par les constructeurs.

La première série de modifications, effectuée par l'organisme TNO Automotive, visait principalement à améliorer la conduite pratique du véhicule sur le banc. Ces modifications portaient sur les parties du cycle pour lesquelles la vitesse est inférieure à 20 km/h, le lissage des irrégularités du tracé pour les parties à vitesse stabilisée causées par les incertitudes de mesure de vitesse du véhicule, et la vitesse maximale au cours de la partie 3 du cycle. Une description détaillée de ces modifications est donnée dans [1].

La version résultante du cycle, baptisée «version 3», est décrite dans les tableaux 42 à 44.

Tableau 42. Version 3, partie 1

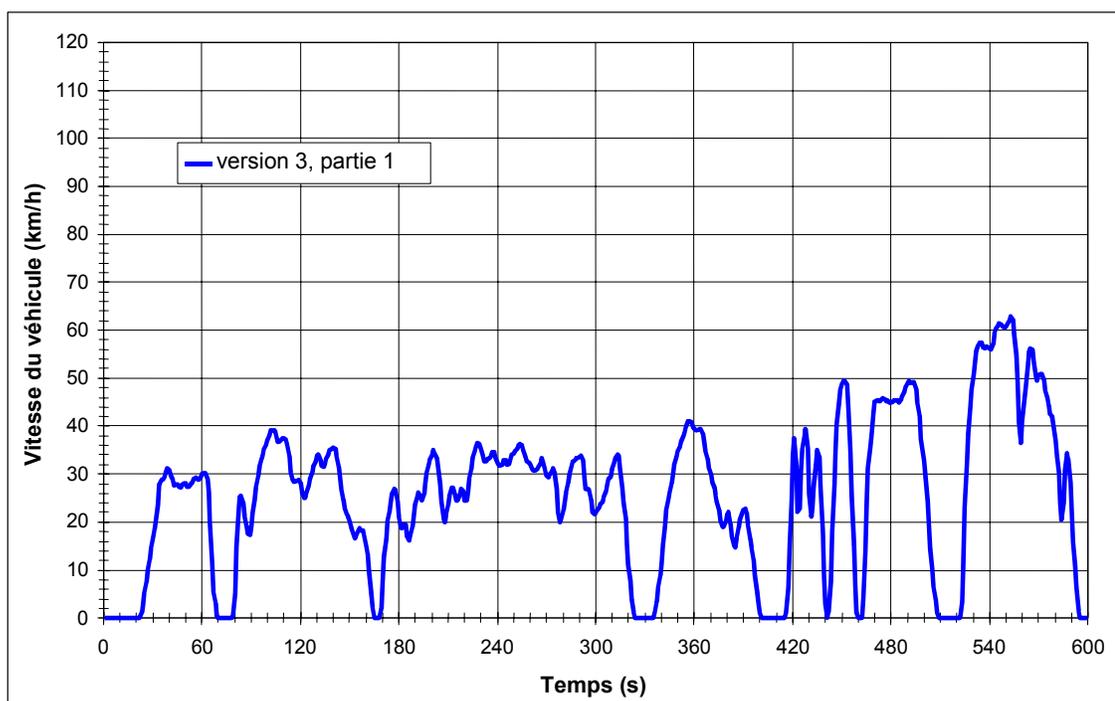


Tableau 43. Version 3, partie 2

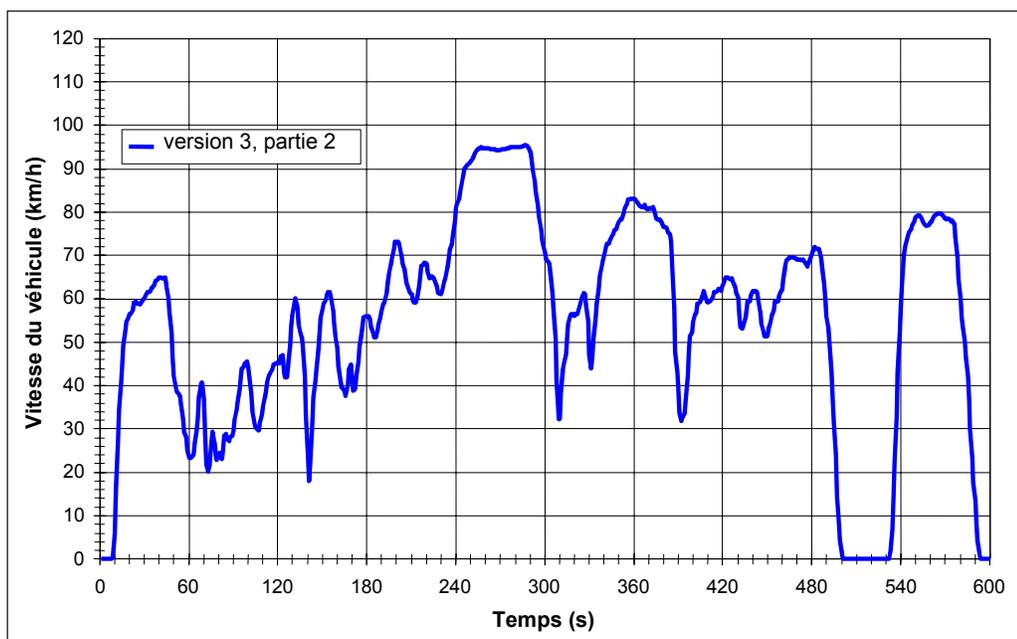
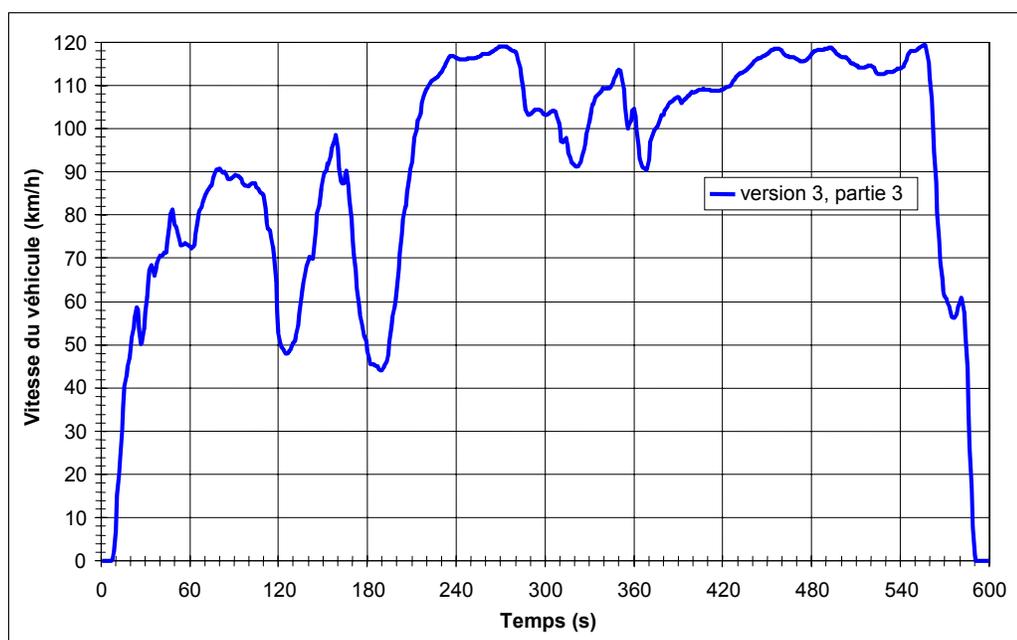


Tableau 44. Version 3, partie 3



L'organisme RWTÜV a ensuite effectué d'autres modifications, tenant compte des discussions et décisions du groupe WMTC.

Dans cette seconde étape, les modifications ci-après ont été apportées au cycle:

Partie 1:

- Les modules 2, 3 et 5 de la partie 1 ont été remplacés par des modules plus représentatifs (la longueur, la vitesse moyenne et les conditions dynamiques sont demeurées inchangées),
- L'ordre d'exécution des modules a été modifié (le module 8 était transféré en deuxième position),
- La vitesse maximale du module 8 a été limitée à 60 km/h,
- La répartition du temps de ralenti a été rendue plus conforme aux données statistiques disponibles.

Partie 3:

- La vitesse maximale a été portée à 125 km/h.

Ces modifications ont donné naissance à la version 4.

En outre, une analyse des courbes d'accélération a révélé des à-coups atypiques au cours de certaines phases du cycle. Ils ont été éliminés par lissage des courbes d'accélération et par réajustement de la courbe de vitesse pour tenir compte de la nouvelle courbe d'accélération lissée. La version 5, résultant de ces modifications, a été utilisée pour les essais de validation de la conduite pratique sur le banc. Elle est décrite dans les tableaux 45 à 47.

Tableau 45. Version 5, partie 1

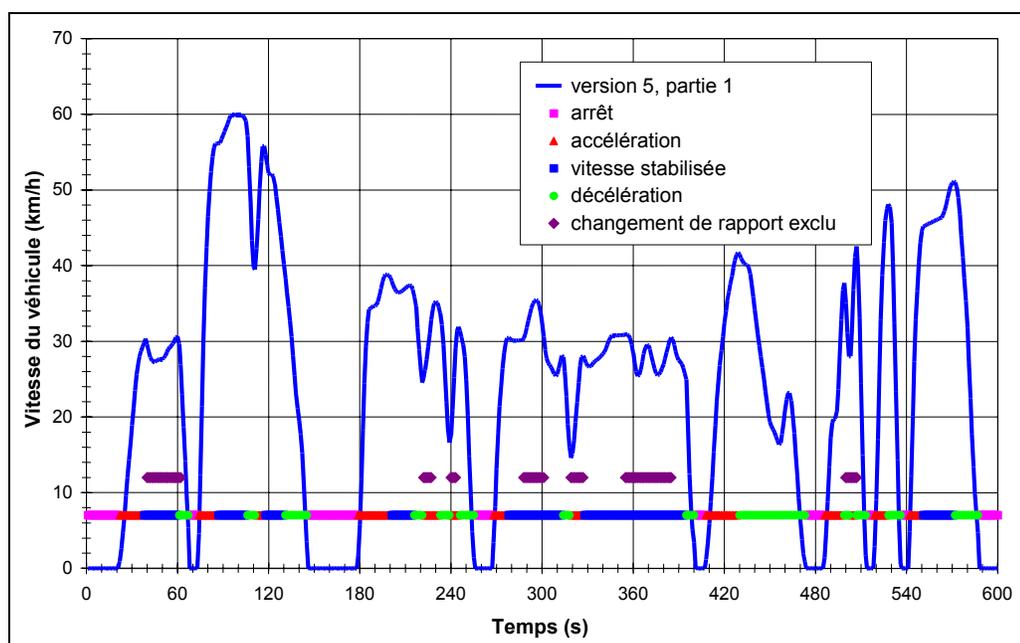


Tableau 46. Version 5, partie 2

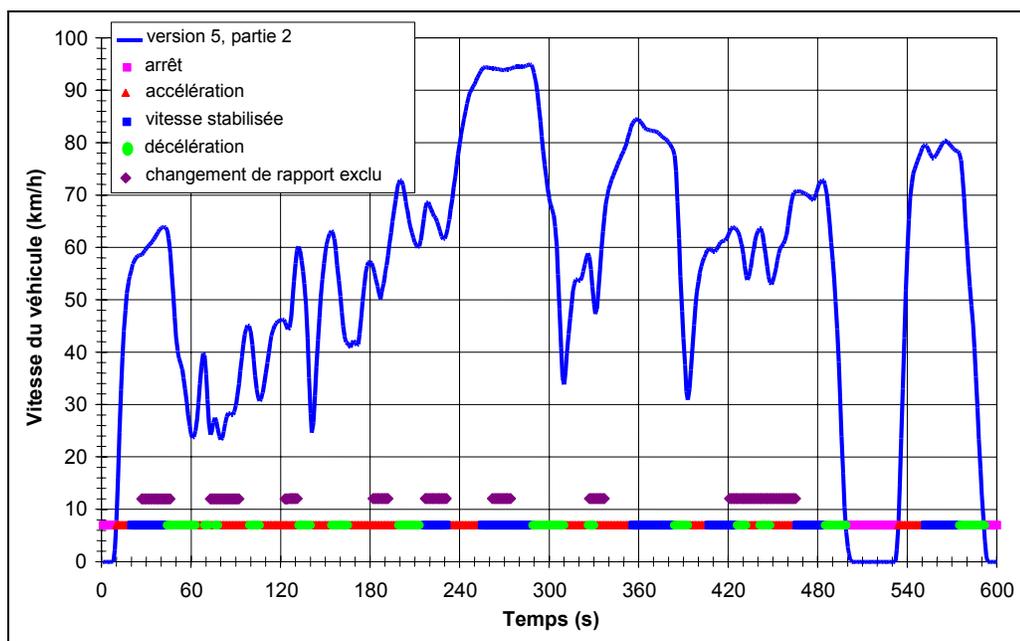
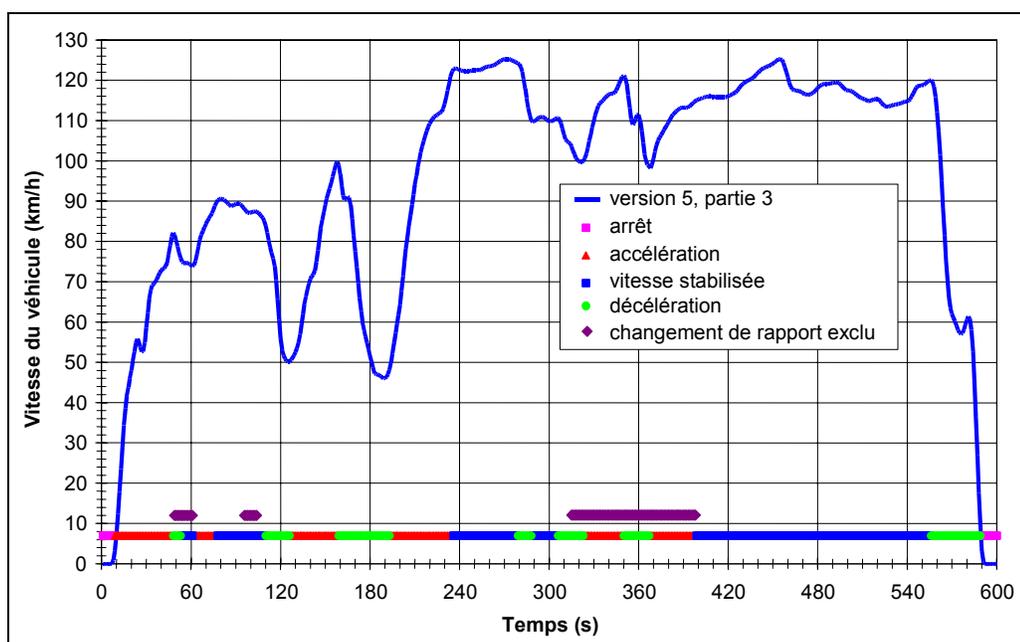


Tableau 47. Version 5, partie 3



Compte tenu de la relation étroite entre la courbe de vitesse du véhicule et la procédure de changement de vitesse, des modifications à cette dernière en vue d'éliminer certains défauts ont donné naissance à la version 6 du cycle.

La version 7, qui sert maintenant de base pour la validation des mesures d'émissions, est une version modifiée à la lumière des résultats des essais de validation de la conduite pratique sur banc.

Dans la partie 1, les modules 2 et 3 ont été échangés pour obtenir un tracé plus réaliste pour la phase de démarrage à froid.

Afin de réduire le risque de blocage de la roue, les phases comportant des taux de décélération excessifs ont été modifiées conformément aux limites suivantes:

- accélération du véhicule $\leq -2\text{m/s}^2$
- accélération * vitesse véhicule $\leq -30\text{m}^2/\text{s}^3$.

Le second critère (accélération * vitesse véhicule) a dû être adopté parce qu'il subsistait des sections du cycle comportant des valeurs d'accélération supérieures à -2 m/s^2 qui causaient le blocage de la roue dans certains cas. Les parties de cycle modifiées (version 7) sont décrites aux tableaux 48 à 50.

Tableau 48. Version 7, partie 1

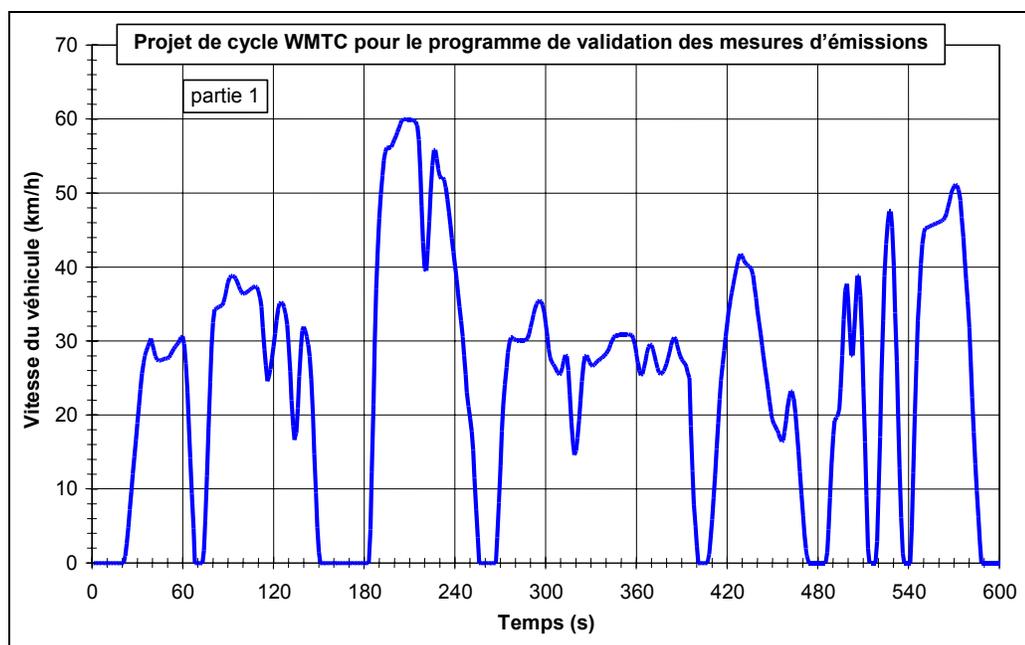


Tableau 49. Version 7, partie 2

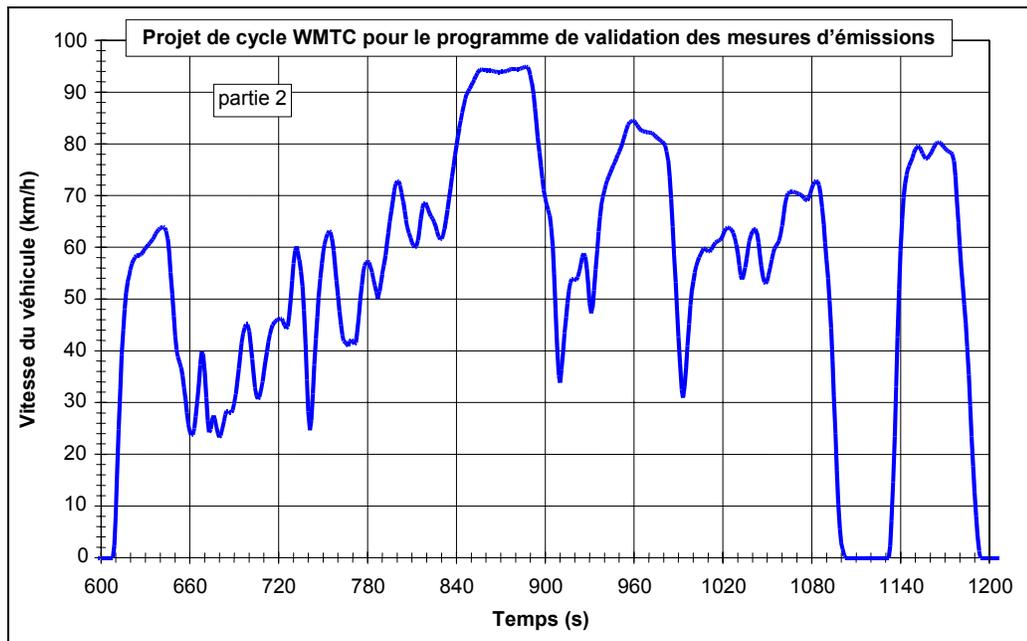
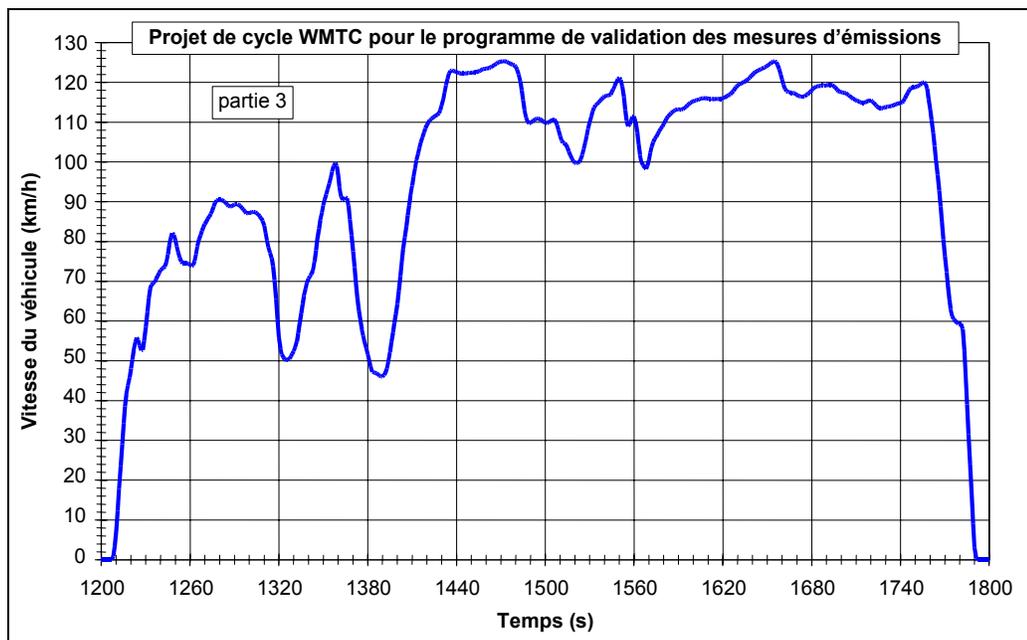


Tableau 50. Version 7, partie 3



Bien que les résultats d'une étude détaillée sur le problème du patinage du pneu aient révélé que les caractéristiques dynamiques du cycle WMTC ne posaient pas de risques plus élevés de patinage que les cycles d'homologation existants, il a été décidé au sein du groupe

WMTC que ce risque devrait être minimisé pour ce cycle en vue d'améliorer la conduite du véhicule sur le banc, quelle que soit la situation en ce qui concerne les autres cycles.

Une nouvelle analyse a révélé que les transitions arrêt/marche et inversement deviennent suffisamment progressives si la valeur da/dt reste comprise entre $-0,8 \text{ m/s}^2/\text{s}$ et $+0,8 \text{ m/s}^2/\text{s}$. En conséquence, les courbes de vitesse du véhicule ont été modifiées pour maintenir da/dt dans cette plage.

Étant donné qu'il était logique d'appliquer le même critère également aux phases de fonctionnement où da/dt se situait en dehors de cette plage (dans les cas où une décélération est immédiatement suivie par une accélération, et inversement), ces phases du cycle ont été modifiées en conséquence.

Les résultats sont décrits dans les figures suivantes.

Tableau 51. Version 8, partie 1

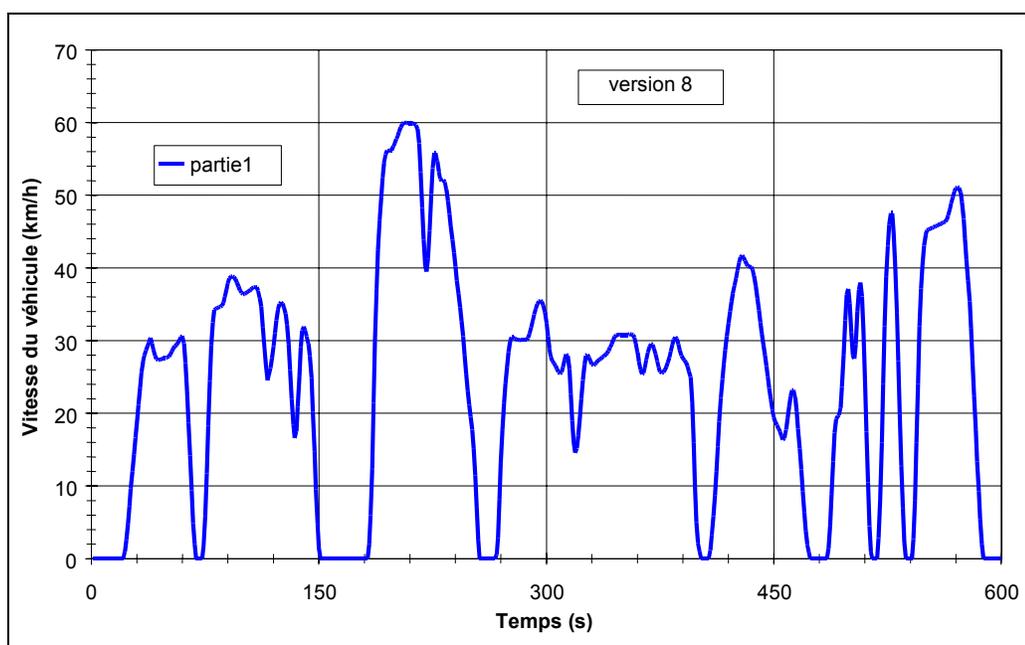


Tableau 52. Version 8, partie 2

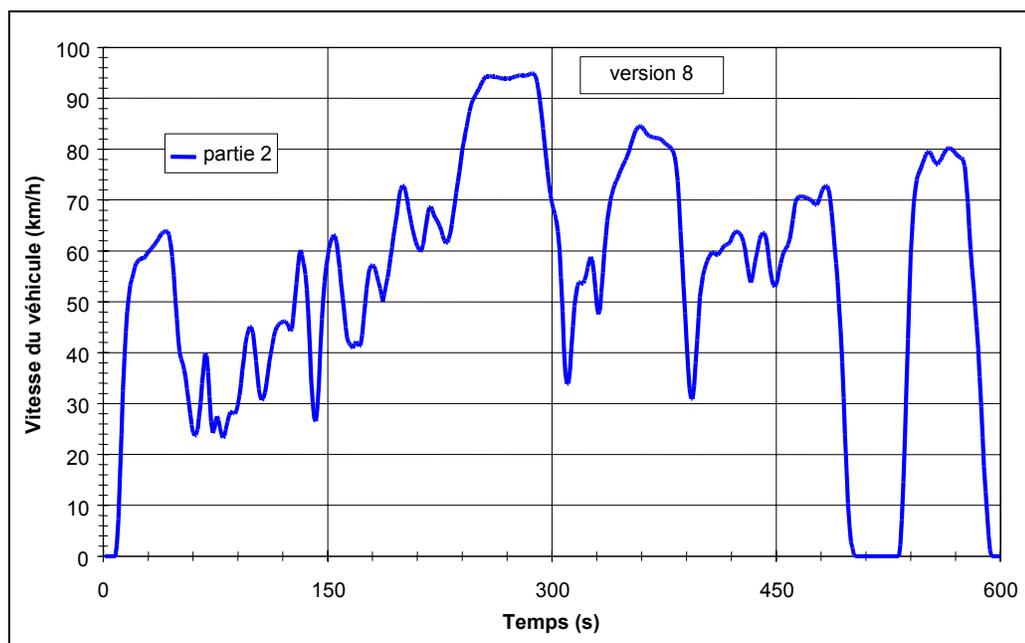
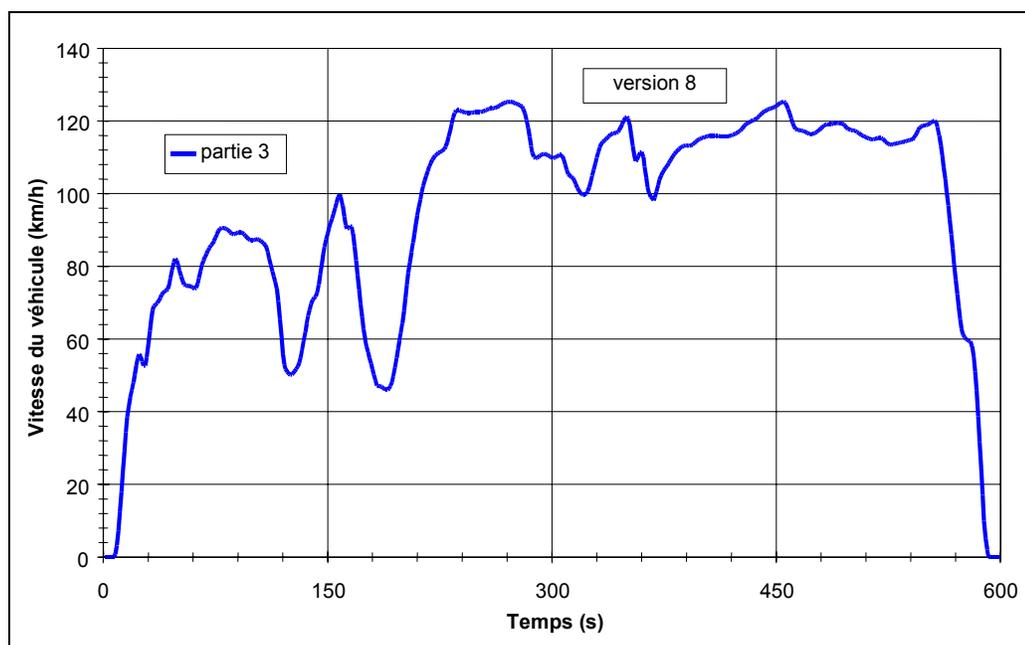


Tableau 53. Version 8, partie 3

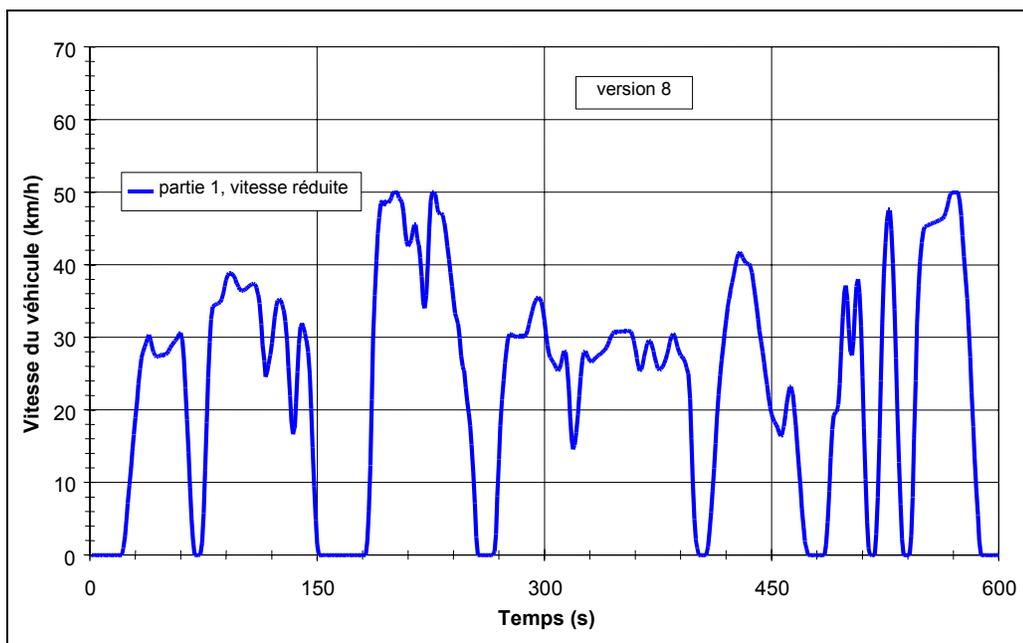


Lors de la réunion du groupe WMTC-FE en avril 2002 à Tokyo, la délégation japonaise a proposé d'établir une version spéciale de la partie 1 avec une vitesse maximale de 50 km/h pour les motos de faible puissance ayant des caractéristiques techniques proches de celles des cyclomoteurs.

Étant donné qu'il existe seulement deux modules dans la partie 1 pour lesquels les vitesses du véhicule sont supérieures à 50 km/h (modules 3 et 8), ceux-ci seulement ont été modifiés. Le module 3 a été remplacé par un module provenant de la mesure en conduite réelle sur le véhicule 6 (ce module était le plus proche de celui existant) et le module 8 a été réduit en vitesse pour satisfaire à la limite de 50 km/h.

Le résultat de cette modification est décrit à la figure ci-après.

Tableau 54. Version 8, partie 1, vitesse réduite: la vitesse maximale est limitée à 50 km/h pour les motocycles de faible puissance d'une cylindrée de 50 cm³, ayant des caractéristiques techniques proches des cyclomoteurs



Comme conséquence du compromis atteint en ce qui concerne les classes de véhicules, il a été nécessaire d'établir des versions supplémentaires du cycle à vitesse réduite également pour les parties 2 et 3. Pour garantir que les conditions dynamiques des parties du cycle à vitesse réduite restent le plus proche possible de celles des versions normales, la courbe de vitesse n'a pas été simplement limitée par un abaissement de la valeur maximale, mais sur tout le module comprenant la phase de vitesse maximale on a réduit la vitesse depuis la première phase d'accélération jusqu'à la dernière phase de décélération (voir tableau 57). Pour des raisons de cohérence, cette approche a été appliquée également à la partie 1, si bien que la version 9 de la partie 1 (vitesse réduite) diffère légèrement de la version 8. Il n'y a par contre aucune différence entre les parties du cycle normales des versions 8 et 9.

La version 9 des cycles est décrite dans les figures ci-après.

Tableau 55. Partie 1

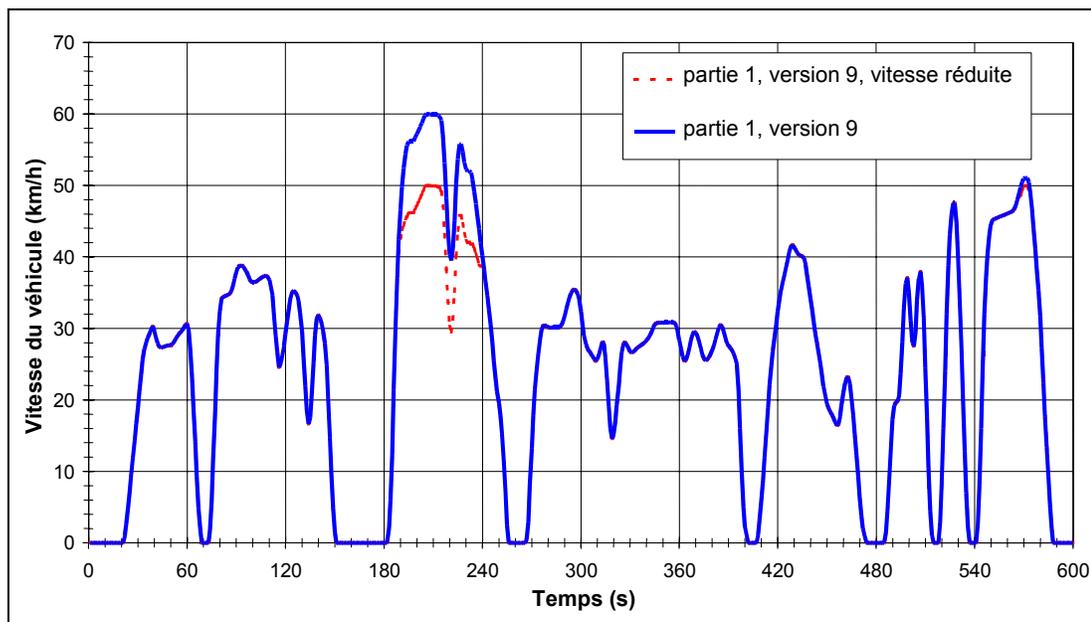


Tableau 56. Partie 2 pour les véhicules des classes 2 et 3

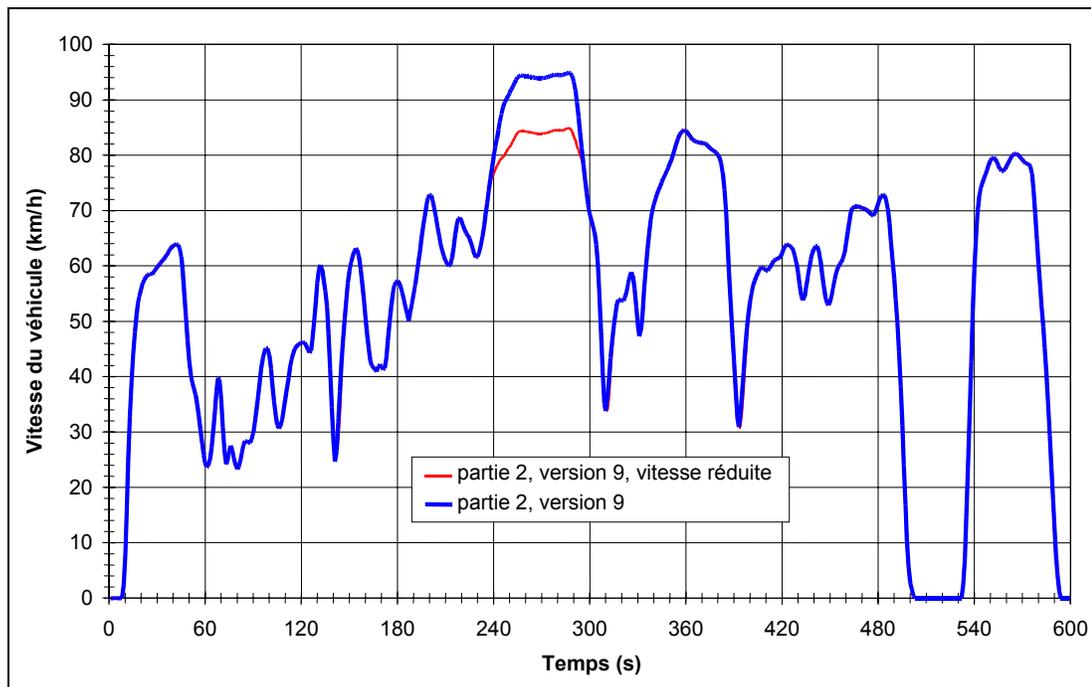
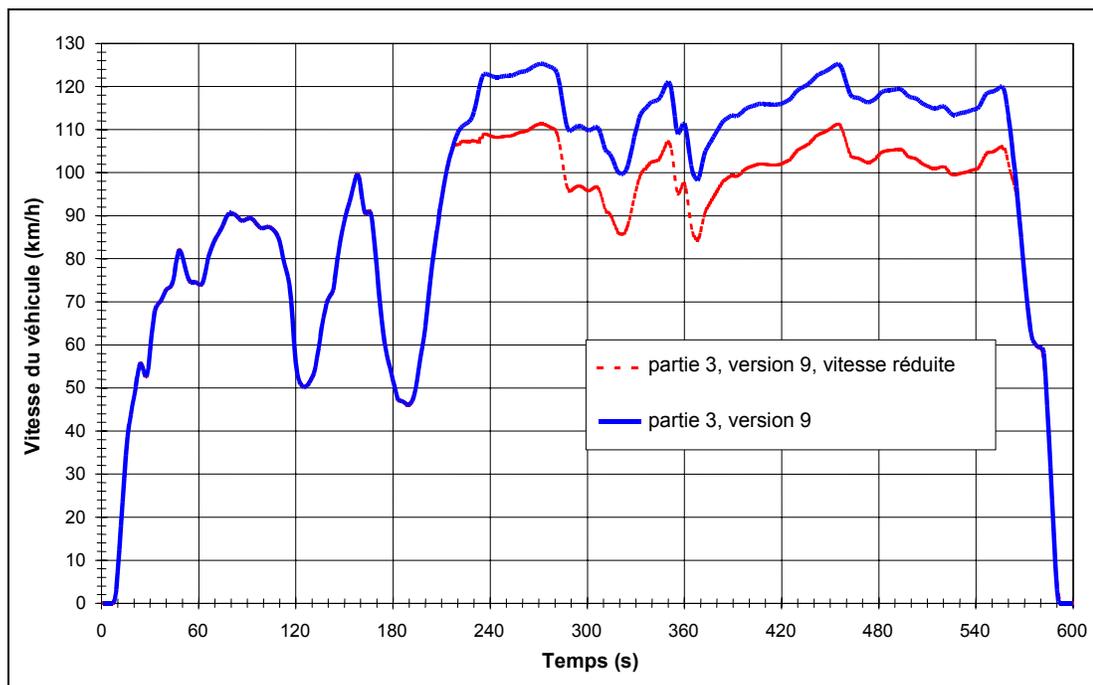


Tableau 57. Partie 3 pour les véhicules de la classe 3



16. ANNEXE B – VERSION FINALE DU CYCLE

Tableau 58. Partie 1, version 9, 1 à 120 s

Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
1	0,0	0,0	x						61	29,7	29,7					x	
2	0,0	0,0	x						62	26,9	26,9					x	
3	0,0	0,0	x						63	23,0	23,0					x	
4	0,0	0,0	x						64	18,7	18,7					x	
5	0,0	0,0	x						65	14,2	14,2					x	
6	0,0	0,0	x						66	9,4	9,4					x	
7	0,0	0,0	x						67	4,9	4,9					x	
8	0,0	0,0	x						68	2,0	2,0	x					
9	0,0	0,0	x						69	0,0	0,0	x					
10	0,0	0,0	x						70	0,0	0,0	x					
11	0,0	0,0	x						71	0,0	0,0	x					
12	0,0	0,0	x						72	0,0	0,0	x					
13	0,0	0,0	x						73	0,0	0,0	x					
14	0,0	0,0	x						74	1,7	1,7		x				
15	0,0	0,0	x						75	5,8	5,8		x				
16	0,0	0,0	x						76	11,8	11,8		x				
17	0,0	0,0	x						77	18,3	18,3		x				
18	0,0	0,0	x						78	24,5	24,5		x				
19	0,0	0,0	x						79	29,4	29,4		x				
20	0,0	0,0	x						80	32,5	32,5		x				
21	0,0	0,0	x						81	34,2	34,2		x				
22	1,0	1,0		x					82	34,4	34,4		x				
23	2,6	2,6		x					83	34,5	34,5		x				
24	4,8	4,8		x					84	34,6	34,6		x				
25	7,2	7,2		x					85	34,7	34,7		x				
26	9,6	9,6		x					86	34,8	34,8		x				
27	12,0	12,0		x					87	35,2	35,2		x				
28	14,3	14,3		x					88	36,0	36,0		x				
29	16,6	16,6		x					89	37,0	37,0		x				
30	18,9	18,9		x					90	37,9	37,9		x				
31	21,2	21,2		x					91	38,5	38,5		x				
32	23,5	23,5		x					92	38,8	38,8		x				
33	25,6	25,6		x					93	38,8	38,8		x				
34	27,1	27,1		x					94	38,7	38,7		x				
35	28,0	28,0		x					95	38,4	38,4		x				
36	28,7	28,7		x					96	38,0	38,0			x			
37	29,2	29,2		x					97	37,4	37,4			x			
38	29,8	29,8				x			98	36,9	36,9			x			
39	30,3	30,3				x		x	99	36,6	36,6			x			
40	29,6	29,6				x		x	100	36,4	36,4			x			
41	28,7	28,7				x		x	101	36,4	36,4			x			
42	27,9	27,9				x		x	102	36,5	36,5			x			
43	27,5	27,5			x			x	103	36,7	36,7			x			
44	27,3	27,3			x			x	104	36,9	36,9			x			
45	27,3	27,3			x			x	105	37,0	37,0			x			
46	27,4	27,4			x			x	106	37,2	37,2			x			
47	27,5	27,5			x			x	107	37,3	37,3			x			
48	27,6	27,6			x			x	108	37,4	37,4			x			
49	27,6	27,6			x			x	109	37,3	37,3			x			
50	27,7	27,7			x			x	110	36,8	36,8			x			
51	27,8	27,8		x				x	111	35,8	35,8				x		
52	28,1	28,1		x				x	112	34,6	34,6				x		
53	28,6	28,6		x				x	113	31,8	31,8				x		
54	28,9	28,9		x				x	114	28,9	28,9				x		
55	29,2	29,2		x				x	115	26,7	26,7		x				x
56	29,4	29,4		x				x	116	24,6	24,6		x				x
57	29,7	29,7		x				x	117	25,2	25,2		x				x
58	30,1	30,1		x				x	118	26,2	26,2		x				x
59	30,5	30,5		x				x	119	27,5	27,5		x				x
60	30,7	30,7		x				x	120	29,2	29,2		x				x

Tableau 59. Partie 1, version 9, 121 à 240 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
121	31,0	31,0		x				x	181	0,0	0,0	x					
122	32,8	32,8		x				x	182	0,0	0,0	x					
123	34,3	34,3		x				x	183	2,0	2,0	x					
124	35,1	35,1		x					184	6,0	6,0		x				
125	35,3	35,3		x					185	12,4	12,4		x				
126	35,1	35,1		x					186	21,4	21,4		x				
127	34,6	34,6		x					187	30,0	30,0		x				
128	33,7	33,7				x			188	37,1	37,1		x				
129	32,2	32,2				x			189	42,5	40,5		x				
130	29,6	29,6				x			190	46,6	42,6		x				
131	26,0	26,0				x			191	49,8	43,8		x				
132	22,0	22,0				x			192	52,4	44,4		x				
133	18,5	18,5		x					193	54,4	45,4		x				
134	16,6	16,6		x					194	55,6	45,6		x				
135	17,5	17,5		x					195	56,1	46,1		x				
136	20,9	20,9		x					196	56,2	46,2		x				
137	25,2	25,2		x					197	56,2	46,2			x			
138	29,1	29,1		x					198	56,2	46,2			x			
139	31,4	31,4		x					199	56,7	46,7			x			
140	31,9	31,9		x					200	57,2	47,2			x			
141	31,4	31,4				x			201	57,7	47,7			x			
142	30,6	30,6				x			202	58,2	48,2			x			
143	29,5	29,5				x			203	58,7	48,7			x			
144	27,9	27,9				x			204	59,3	49,3			x			
145	24,9	24,9				x			205	59,8	49,8			x			
146	20,2	20,2				x			206	60,0	50,0			x			
147	14,8	14,8				x			207	60,0	50,0			x			
148	9,5	9,5				x			208	59,9	49,9			x			
149	4,8	4,8				x			209	59,9	49,9			x			
150	1,4	1,4				x			210	59,9	49,9			x			
151	0,0	0,0	x						211	59,9	49,9			x			
152	0,0	0,0	x						212	59,9	49,9			x			
153	0,0	0,0	x						213	59,8	49,8			x			
154	0,0	0,0	x						214	59,6	49,6			x			
155	0,0	0,0	x						215	59,1	49,1			x			
156	0,0	0,0	x						216	57,1	47,1				x		
157	0,0	0,0	x						217	53,2	43,2				x		
158	0,0	0,0	x						218	48,3	38,3				x		
159	0,0	0,0	x						219	43,9	33,9				x		
160	0,0	0,0	x						220	40,3	30,3				x		
161	0,0	0,0	x						221	39,5	29,5			x			
162	0,0	0,0	x						222	41,3	31,3			x			
163	0,0	0,0	x						223	45,2	35,2		x				
164	0,0	0,0	x						224	50,1	40,1		x				
165	0,0	0,0	x						225	53,7	43,7		x				
166	0,0	0,0	x						226	55,8	45,8		x				
167	0,0	0,0	x						227	55,8	45,8		x				
168	0,0	0,0	x						228	54,7	44,7				x		
169	0,0	0,0	x						229	53,3	43,3				x		
170	0,0	0,0	x						230	52,2	42,2				x		
171	0,0	0,0	x						231	52,0	42,0				x		
172	0,0	0,0	x						232	52,1	42,1				x		
173	0,0	0,0	x						233	51,8	41,8				x		
174	0,0	0,0	x						234	50,8	41,8				x		
175	0,0	0,0	x						235	49,2	41,2				x		
176	0,0	0,0	x						236	47,4	40,4				x		
177	0,0	0,0	x						237	45,7	39,7				x		
178	0,0	0,0	x						238	43,9	38,9				x		
179	0,0	0,0	x						239	42,0	38,7				x		
180	0,0	0,0	x						240	40,2	38,7				x		

Tableau 60. Partie 1, version 9, 241 à 360 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
241	38,3	38,3				x			301	30,6	30,6			x		x	
242	36,4	36,4				x			302	28,9	28,9			x			
243	34,6	34,6				x			303	27,8	27,8			x			
244	32,7	32,7				x			304	27,2	27,2			x			
245	30,6	30,6				x			305	26,9	26,9			x			
246	28,1	28,1				x			306	26,5	26,5			x			
247	25,4	25,4				x			307	26,1	26,1			x			
248	23,1	23,1				x			308	25,7	25,7			x			
249	21,2	21,2				x			309	25,5	25,5			x			
250	19,5	19,5				x			310	25,7	25,7			x			
251	17,8	17,8				x			311	26,4	26,4			x			
252	15,2	15,2				x			312	27,3	27,3			x			
253	11,5	11,5				x			313	28,1	28,1			x			
254	7,2	7,2				x			314	27,9	27,9				x		
255	2,5	2,5				x			315	26,0	26,0				x		
256	0,0	0,0	x						316	22,7	22,7				x		
257	0,0	0,0	x						317	19,0	19,0				x		
258	0,0	0,0	x						318	16,0	16,0		x				
259	0,0	0,0	x						319	14,6	14,6		x				
260	0,0	0,0	x						320	15,2	15,2		x				
261	0,0	0,0	x						321	16,9	16,9		x				
262	0,0	0,0	x						322	19,3	19,3		x				
263	0,0	0,0	x						323	22,0	22,0		x				
264	0,0	0,0	x						324	24,6	24,6		x				
265	0,0	0,0	x						325	26,8	26,8		x				
266	0,0	0,0	x						326	27,9	27,9		x				
267	0,5	0,5	x						327	28,1	28,1		x				
268	2,9	2,9		x					328	27,7	27,7			x			
269	8,2	8,2		x					329	27,2	27,2			x			
270	13,2	13,2		x					330	26,7	26,7			x			
271	17,8	17,8		x					331	26,6	26,6			x			
272	21,4	21,4		x					332	26,8	26,8			x			
273	24,1	24,1		x					333	27,0	27,0			x			
274	26,4	26,4		x					334	27,2	27,2			x			
275	28,4	28,4		x					335	27,4	27,4			x			
276	29,9	29,9		x					336	27,5	27,5			x			
277	30,4	30,4		x					337	27,7	27,7			x			
278	30,5	30,5			x				338	27,9	27,9			x			
279	30,3	30,3			x				339	28,1	28,1			x			
280	30,2	30,2			x				340	28,3	28,3			x			
281	30,1	30,1			x				341	28,6	28,6			x			
282	30,1	30,1			x				342	29,0	29,0			x			
283	30,1	30,1			x				343	29,5	29,5			x			
284	30,1	30,1			x				344	30,1	30,1			x			
285	30,1	30,1			x				345	30,5	30,5			x			
286	30,1	30,1			x				346	30,7	30,7			x			
287	30,2	30,2			x				347	30,8	30,8			x			
288	30,4	30,4			x		x		348	30,8	30,8			x			
289	31,0	31,0			x		x		349	30,8	30,8			x			
290	31,8	31,8			x		x		350	30,8	30,8			x			
291	32,7	32,7			x		x		351	30,8	30,8			x			
292	33,6	33,6			x		x		352	30,8	30,8			x			
293	34,4	34,4			x		x		353	30,8	30,8			x			
294	35,0	35,0			x		x		354	30,9	30,9			x			
295	35,4	35,4			x		x		355	30,9	30,9			x		x	x
296	35,5	35,5			x		x		356	30,9	30,9			x		x	x
297	35,3	35,3			x		x		357	30,8	30,8			x		x	x
298	34,9	34,9			x		x		358	30,4	30,4			x		x	x
299	33,9	33,9			x		x		359	29,6	29,6			x			x
300	32,4	32,4			x		x		360	28,4	28,4			x			x

Tableau 61. Partie 1, version 9, 361 à 480 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
s	km/h	km/h							s	km/h	km/h						
361	27,1	27,1			x			x	421	34,0	34,0		x				
362	26,0	26,0			x			x	422	35,4	35,4		x				
363	25,4	25,4			x			x	423	36,5	36,5		x				
364	25,5	25,5			x		x	x	424	37,5	37,5		x				
365	26,3	26,3			x		x	x	425	38,6	38,6		x				
366	27,3	27,3			x		x	x	426	39,7	39,7		x				
367	28,4	28,4			x		x	x	427	40,7	40,7		x				
368	29,2	29,2			x		x	x	428	41,5	41,5		x				
369	29,5	29,5			x		x	x	429	41,7	41,7		x				
370	29,4	29,4			x		x	x	430	41,5	41,5					x	
371	28,9	28,9			x		x	x	431	41,0	41,0					x	
372	28,1	28,1			x		x	x	432	40,6	40,6					x	
373	27,2	27,2			x		x	x	433	40,3	40,3					x	
374	26,3	26,3			x		x	x	434	40,1	40,1					x	
375	25,7	25,7			x		x	x	435	40,1	40,1					x	
376	25,5	25,5			x		x	x	436	39,8	39,8					x	
377	25,6	25,6			x		x	x	437	38,9	38,9					x	
378	26,0	26,0			x		x	x	438	37,5	37,5					x	
379	26,4	26,4			x		x	x	439	35,8	35,8					x	
380	27,0	27,0			x		x	x	440	34,2	34,2					x	
381	27,7	27,7			x		x	x	441	32,5	32,5					x	
382	28,5	28,5			x		x	x	442	30,9	30,9					x	
383	29,4	29,4			x		x	x	443	29,4	29,4					x	
384	30,2	30,2			x		x	x	444	28,0	28,0					x	
385	30,5	30,5			x		x	x	445	26,5	26,5					x	
386	30,3	30,3			x		x		446	25,0	25,0					x	
387	29,5	29,5			x		x		447	23,4	23,4					x	
388	28,7	28,7			x		x		448	21,9	21,9					x	
389	27,9	27,9			x		x		449	20,4	20,4					x	
390	27,5	27,5			x				450	19,4	19,4					x	
391	27,3	27,3			x				451	18,8	18,8					x	
392	27,0	27,0			x				452	18,4	18,4					x	
393	26,5	26,5			x				453	18,0	18,0					x	
394	25,8	25,8			x				454	17,5	17,5					x	
395	25,0	25,0				x			455	16,9	16,9		x				
396	21,5	21,5				x			456	16,4	16,4		x				
397	16,0	16,0				x			457	16,6	16,6		x				
398	10,0	10,0				x			458	17,7	17,7		x				
399	5,0	5,0				x			459	19,3	19,3		x				
400	2,2	2,2				x			460	20,9	20,9		x				
401	1,0	1,0	x						461	22,3	22,3		x				
402	0,0	0,0	x						462	23,2	23,2					x	
403	0,0	0,0	x						463	23,2	23,2					x	
404	0,0	0,0	x						464	22,2	22,2					x	
405	0,0	0,0	x						465	20,3	20,3					x	
406	0,0	0,0	x						466	17,9	17,9					x	
407	0,0	0,0	x						467	15,2	15,2					x	
408	1,2	1,2		x					468	12,3	12,3					x	
409	3,2	3,2		x					469	9,3	9,3					x	
410	5,9	5,9		x					470	6,4	6,4					x	
411	8,8	8,8		x					471	3,8	3,8					x	
412	12,0	12,0		x					472	1,9	1,9					x	
413	15,4	15,4		x					473	0,9	0,9					x	
414	18,9	18,9		x					474	0,0	0,0	x					
415	22,1	22,1		x					475	0,0	0,0	x					
416	24,7	24,7		x					476	0,0	0,0	x					
417	26,8	26,8		x					477	0,0	0,0	x					
418	28,7	28,7		x					478	0,0	0,0	x					
419	30,6	30,6		x					479	0,0	0,0	x					
420	32,4	32,4		x					480	0,0	0,0	x					

Tableau 62. Partie 1, version 9, 481 à 600 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
481	0,0	0,0	x						541	0,0	0,0	x					
482	0,0	0,0	x						542	2,7	2,7		x				
483	0,0	0,0	x						543	8,0	8,0		x				
484	0,0	0,0	x						544	16,0	16,0		x				
485	0,0	0,0	x						545	24,0	24,0		x				
486	1,4	1,4		x					546	32,0	32,0		x				
487	4,5	4,5		x					547	37,2	37,2		x				
488	8,8	8,8		x					548	40,4	40,4		x				
489	13,4	13,4		x					549	43,0	43,0		x				
490	17,3	17,3		x					550	44,6	44,6		x				
491	19,2	19,2		x					551	45,2	45,2			x			
492	19,7	19,7		x					552	45,3	45,3			x			
493	19,8	19,8		x					553	45,4	45,4			x			
494	20,7	20,7		x					554	45,5	45,5			x			
495	23,6	23,6		x					555	45,6	45,6			x			
496	28,1	28,1		x					556	45,7	45,7			x			
497	32,8	32,8		x					557	45,8	45,8			x			
498	36,3	36,3		x					558	45,9	45,9			x			
499	37,1	37,1				x			559	46,0	46,0			x			
500	35,1	35,1				x		x	560	46,1	46,1			x			
501	31,1	31,1				x		x	561	46,2	46,2			x			
502	28,0	28,0				x		x	562	46,3	46,3			x			
503	27,5	27,5		x				x	563	46,4	46,4			x			
504	29,5	29,5		x				x	564	46,7	46,7			x			
505	34,0	34,0		x				x	565	47,2	47,2			x			
506	37,0	37,0		x				x	566	48,0	48,0			x			
507	38,0	38,0				x		x	567	48,9	48,4			x			
508	36,1	36,1				x			568	49,8	48,6			x			
509	31,5	31,5				x			569	50,5	49,4			x			
510	24,5	24,5				x			570	51,0	49,8			x			
511	17,5	17,5				x			571	51,1	50,0			x			
512	10,5	10,5				x			572	51,0	49,9				x		
513	4,5	4,5				x			573	50,4	49,3				x		
514	1,0	1,0	x						574	49,0	49,0				x		
515	0,0	0,0	x						575	46,7	46,7				x		
516	0,0	0,0	x						576	44,0	44,0				x		
517	0,0	0,0	x						577	41,1	41,1				x		
518	0,0	0,0	x						578	38,3	38,3				x		
519	2,9	2,9		x					579	35,4	35,4				x		
520	8,0	8,0		x					580	31,8	31,8				x		
521	16,0	16,0		x					581	27,3	27,3				x		
522	24,0	24,0		x					582	22,4	22,4				x		
523	32,0	32,0		x					583	17,7	17,7				x		
524	38,8	38,8		x					584	13,4	13,4				x		
525	43,1	43,1		x					585	9,3	9,3				x		
526	46,0	46,0		x					586	5,5	5,5				x		
527	47,5	47,5		x					587	2,0	2,0				x		
528	47,5	47,5				x			588	0,0	0,0	x					
529	44,8	44,8				x			589	0,0	0,0	x					
530	40,1	40,1				x			590	0,0	0,0	x					
531	33,8	33,8				x			591	0,0	0,0	x					
532	27,2	27,2				x			592	0,0	0,0	x					
533	20,0	20,0				x			593	0,0	0,0	x					
534	12,8	12,8				x			594	0,0	0,0	x					
535	7,0	7,0				x			595	0,0	0,0	x					
536	2,2	2,2				x			596	0,0	0,0	x					
537	0,0	0,0	x						597	0,0	0,0	x					
538	0,0	0,0	x						598	0,0	0,0	x					
539	0,0	0,0	x						599	0,0	0,0	x					
540	0,0	0,0	x						600	0,0	0,0	x					

Tableau 63. Partie 2, version 9, pour les véhicules des classes 2 et 3, 1 à 120 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
1	0,0	0,0	x						61	23,7	23,7		x				x
2	0,0	0,0	x						62	23,8	23,8		x				x
3	0,0	0,0	x						63	25,0	25,0		x				x
4	0,0	0,0	x						64	27,3	27,3		x				x
5	0,0	0,0	x						65	30,4	30,4		x				x
6	0,0	0,0	x						66	33,9	33,9		x				x
7	0,0	0,0	x						67	37,3	37,3		x				x
8	0,0	0,0	x						68	39,8	39,8		x				x
9	2,3	2,3	x						69	39,5	39,5				x		
10	7,3	7,3		x					70	36,3	36,3				x		
11	15,2	15,2		x					71	31,4	31,4				x		
12	23,9	23,9		x					72	26,5	26,5				x		
13	32,5	32,5		x					73	24,2	24,2		x				x
14	39,2	39,2		x					74	24,8	24,8		x				x
15	44,1	44,1		x					75	26,6	26,6		x				x
16	48,1	48,1		x					76	27,5	27,5				x		x
17	51,2	51,2		x					77	26,8	26,8				x		x
18	53,3	53,3		x					78	25,3	25,3				x		x
19	54,5	54,5		x					79	24,0	24,0		x				x
20	55,7	55,7			x				80	23,3	23,3		x				x
21	56,8	56,8			x				81	23,7	23,7		x				x
22	57,5	57,5			x				82	24,9	24,9		x				x
23	58,0	58,0			x				83	26,4	26,4		x				x
24	58,4	58,4			x				84	27,7	27,7		x				x
25	58,5	58,5			x				85	28,3	28,3		x				x
26	58,5	58,5			x				86	28,3	28,3		x				x
27	58,6	58,6			x		x		87	28,1	28,1		x				x
28	58,9	58,9			x		x		88	28,1	28,1		x				x
29	59,3	59,3			x		x		89	28,6	28,6		x				x
30	59,8	59,8			x		x		90	29,8	29,8		x				x
31	60,2	60,2			x		x		91	31,6	31,6		x				x
32	60,5	60,5			x		x		92	33,9	33,9		x				x
33	60,8	60,8			x		x		93	36,5	36,5		x				
34	61,1	61,1			x		x		94	39,1	39,1		x				
35	61,5	61,5			x		x		95	41,5	41,5		x				
36	62,0	62,0			x		x		96	43,3	43,3		x				
37	62,5	62,5			x		x		97	44,5	44,5		x				
38	63,0	63,0			x		x		98	45,1	45,1		x				
39	63,4	63,4			x		x		99	45,1	45,1				x		
40	63,7	63,7			x		x		100	43,9	43,9				x		
41	63,8	63,8			x		x		101	41,4	41,4				x		
42	63,9	63,9			x		x		102	38,4	38,4				x		
43	63,8	63,8			x		x		103	35,5	35,5				x		
44	63,2	63,2				x	x		104	32,9	32,9				x		
45	61,7	61,7				x	x		105	31,3	31,3				x		
46	58,9	58,9				x	x		106	30,7	30,7		x				x
47	55,2	55,2				x			107	31,0	31,0		x				x
48	51,0	51,0				x			108	32,2	32,2		x				x
49	46,7	46,7				x			109	34,0	34,0		x				x
50	42,8	42,8				x			110	36,0	36,0		x				
51	40,2	40,2				x			111	37,9	37,9		x				
52	38,8	38,8				x			112	39,8	39,8		x				
53	37,9	37,9				x			113	41,6	41,6		x				
54	36,7	36,7				x			114	43,1	43,1		x				
55	35,1	35,1				x			115	44,3	44,3		x				
56	32,9	32,9				x			116	45,0	45,0		x				
57	30,4	30,4				x			117	45,5	45,5		x				
58	28,0	28,0				x			118	45,8	45,8		x			x	
59	25,9	25,9				x			119	46,0	46,0		x			x	
60	24,4	24,4		x				x	120	46,1	46,1		x			x	

Tableau 64. Partie 2, version 9, pour les véhicules des classes 2 et 3, 121 à 240 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
s	km/h	km/h							s	km/h	km/h						
121	46,2	46,2		x			x		181	57,0	57,0				x		
122	46,1	46,1		x			x		182	56,3	56,3				x		
123	45,7	45,7		x			x		183	55,2	55,2				x		
124	45,0	45,0		x					184	53,9	53,9				x		
125	44,3	44,3		x					185	52,6	52,6				x		
126	44,7	44,7		x					186	51,3	51,3		x				
127	46,8	46,8		x					187	50,1	50,1		x				
128	50,1	50,1		x					188	51,5	51,5		x				
129	53,6	53,6		x					189	53,1	53,1		x				
130	56,9	56,9		x					190	54,8	54,8		x				
131	59,4	59,4		x					191	56,6	56,6		x				
132	60,2	60,2				x			192	58,5	58,5		x				
133	59,3	59,3				x			193	60,6	60,6		x				
134	57,5	57,5				x			194	62,8	62,8		x				
135	55,4	55,4				x			195	64,9	64,9		x				
136	52,5	52,5				x			196	67,0	67,0		x				
137	47,9	47,9				x			197	69,1	69,1		x				
138	41,4	41,4				x			198	70,9	70,9		x				
139	34,4	34,4				x			199	72,2	72,2		x				
140	30,0	30,0		x				x	200	72,8	72,8				x		
141	27,0	27,0		x				x	201	72,8	72,8				x		
142	26,5	26,5		x				x	202	71,9	71,9				x		
143	28,7	28,7		x				x	203	70,5	70,5				x		
144	33,8	33,8		x					204	68,8	68,8				x		
145	40,3	40,3		x					205	67,1	67,1				x		
146	46,6	46,6		x					206	65,4	65,4				x		
147	50,4	50,4		x					207	63,9	63,9				x		
148	53,9	53,9		x					208	62,7	62,7				x		
149	56,9	56,9		x					209	61,8	61,8				x		
150	59,1	59,1		x					210	61,0	61,0				x		
151	60,6	60,6		x					211	60,4	60,4				x	x	
152	61,7	61,7		x					212	60,0	60,0				x	x	
153	62,6	62,6		x					213	60,2	60,2		x			x	
154	63,1	63,1				x			214	61,4	61,4		x			x	
155	62,9	62,9				x			215	63,3	63,3		x			x	
156	61,6	61,6				x			216	65,5	65,5		x			x	
157	59,4	59,4				x			217	67,4	67,4		x			x	
158	56,6	56,6				x			218	68,5	68,5		x			x	
159	53,7	53,7				x			219	68,7	68,7				x	x	
160	50,7	50,7				x			220	68,1	68,1				x	x	
161	47,7	47,7				x			221	67,2	67,2				x	x	
162	45,0	45,0				x			222	66,5	66,5				x	x	
163	43,0	43,0				x			223	65,9	65,9				x	x	
164	41,9	41,9				x			224	65,5	65,5				x	x	
165	41,6	41,6				x			225	64,9	64,9				x	x	
166	41,3	41,3		x					226	64,1	64,1				x	x	
167	40,9	40,9		x					227	63,0	63,0				x	x	
168	41,8	41,8		x					228	62,1	62,1				x	x	
169	42,1	42,1		x					229	61,6	61,6		x			x	
170	41,8	41,8		x					230	61,7	61,7		x			x	
171	41,3	41,3		x					231	62,3	62,3		x			x	
172	41,5	41,5		x					232	63,5	63,5		x			x	
173	43,5	43,5		x					233	65,3	65,3		x			x	
174	46,5	46,5		x					234	67,3	67,3		x			x	
175	49,7	49,7		x					235	69,3	69,3		x			x	
176	52,6	52,6		x					236	71,4	71,4		x			x	
177	55,0	55,0		x					237	73,5	73,5		x				
178	56,5	56,5		x					238	75,6	75,6		x				
179	57,1	57,1		x					239	77,7	75,7		x				
180	57,3	57,3				x			240	79,7	76,7		x				

Tableau 65. Partie 2, version 9, pour les véhicules des classes 2 et 3, 241 à 360 s

Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase						
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu
241	81,5	77,5		x					301	68,3	68,3						x	
242	83,0	78,0		x					302	67,3	67,3						x	
243	84,5	78,5		x					303	66,1	66,1						x	
244	86,0	79,0		x					304	63,9	63,9						x	
245	87,4	79,4		x					305	60,2	60,2						x	
246	88,7	79,7		x					306	54,9	54,9						x	
247	89,6	80,1		x					307	48,1	48,1						x	
248	90,2	80,7		x					308	40,9	40,9						x	
249	90,7	81,2		x					309	36,0	36,0						x	
250	91,2	81,5		x					310	33,9	33,9						x	
251	91,8	81,8		x					311	33,9	33,9		x					
252	92,4	82,4		x					312	36,5	36,5		x					
253	93,0	83,0		x					313	41,0	41,0		x					
254	93,6	83,6		x					314	45,3	45,3		x					
255	94,1	84,1			x				315	49,2	49,2		x					
256	94,3	84,3			x				316	51,5	51,5		x					
257	94,4	84,4			x				317	53,2	53,2		x					
258	94,4	84,4			x				318	53,9	53,9		x					
259	94,3	84,3			x				319	53,9	53,9		x					
260	94,3	84,3			x				320	53,7	53,7		x					
261	94,2	84,2			x				321	53,7	53,7		x					
262	94,2	84,2			x		x		322	54,3	54,3		x					
263	94,2	84,2			x		x		323	55,4	55,4		x					
264	94,1	84,1			x		x		324	56,8	56,8		x					
265	94,0	84,0			x		x		325	58,1	58,1		x					
266	94,0	84,0			x		x		326	58,8	58,8						x	
267	93,9	83,9			x		x		327	58,2	58,2						x	
268	93,9	83,9			x		x		328	55,8	55,8						x	
269	93,9	83,9			x		x		329	52,6	52,6						x	
270	93,9	83,9			x		x		330	49,2	49,2						x	
271	93,9	83,9			x		x		331	47,6	47,6		x					
272	94,0	84,0			x		x		332	48,4	48,4		x					
273	94,0	84,0			x		x		333	51,8	51,8		x					
274	94,1	84,1			x		x		334	55,7	55,7		x					
275	94,2	84,2			x				335	59,6	59,6		x					
276	94,3	84,3			x				336	63,0	63,0		x					
277	94,4	84,4			x				337	65,9	65,9		x					
278	94,5	84,5			x				338	68,1	68,1		x					
279	94,5	84,5			x				339	69,8	69,8		x					
280	94,5	84,5			x				340	71,1	71,1		x					
281	94,5	84,5			x				341	72,1	72,1		x					
282	94,4	84,4			x				342	72,9	72,9		x					
283	94,5	84,5			x				343	73,7	73,7		x					
284	94,6	84,6			x				344	74,4	74,4		x					
285	94,7	84,7			x				345	75,1	75,1		x					
286	94,8	84,8			x				346	75,8	75,8		x					
287	94,9	84,9			x				347	76,5	76,5		x					
288	94,8	84,8			x				348	77,2	77,2		x					
289	94,3	84,3				x			349	77,8	77,8		x					
290	93,3	83,3				x			350	78,5	78,5		x					
291	91,7	82,7				x			351	79,2	79,2		x					
292	89,6	81,6				x			352	80,0	80,0		x					
293	87,0	81,0				x			353	81,0	81,0		x					
294	84,1	80,1				x			354	82,0	82,0		x					
295	81,2	79,2				x			355	82,9	82,9		x					
296	78,4	78,4				x			356	83,7	83,7		x					
297	75,7	75,7				x			357	84,2	84,2			x				
298	73,2	73,2				x			358	84,4	84,4			x				
299	71,1	71,1				x			359	84,5	84,5			x				
300	69,5	69,5				x			360	84,4	84,4			x				

Tableau 66. Partie 2, version 9, pour les véhicules des classes 2 et 3, 361 à 480 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
s	km/h	km/h							s	km/h	km/h						
361	84,1	84,1			x				421	63,0	63,0			x		x	
362	83,7	83,7			x				422	63,6	63,6			x		x	
363	83,2	83,2			x				423	63,9	63,9			x		x	
364	82,8	82,8			x				424	63,8	63,8			x		x	
365	82,6	82,6			x				425	63,6	63,6			x		x	
366	82,5	82,5			x				426	63,3	63,3				x	x	
367	82,4	82,4			x				427	62,8	62,8				x	x	
368	82,3	82,3			x				428	61,9	61,9				x	x	
369	82,2	82,2			x				429	60,5	60,5				x	x	
370	82,2	82,2			x				430	58,6	58,6				x	x	
371	82,2	82,2			x				431	56,5	56,5				x	x	
372	82,1	82,1			x				432	54,6	54,6				x	x	
373	81,9	81,9			x				433	53,8	53,8		x			x	
374	81,6	81,6			x				434	54,5	54,5		x			x	
375	81,3	81,3			x				435	56,1	56,1		x			x	
376	81,1	81,1			x				436	57,9	57,9		x			x	
377	80,8	80,8			x				437	59,6	59,6		x			x	
378	80,6	80,6			x				438	61,2	61,2		x			x	
379	80,4	80,4			x				439	62,3	62,3		x			x	
380	80,1	80,1			x				440	63,1	63,1		x			x	
381	79,7	79,7			x				441	63,6	63,6				x	x	
382	78,6	78,6			x				442	63,5	63,5				x	x	
383	76,8	76,8			x				443	62,7	62,7				x	x	
384	73,7	73,7				x			444	60,9	60,9				x	x	
385	69,4	69,4				x			445	58,7	58,7				x	x	
386	64,0	64,0				x			446	56,4	56,4				x	x	
387	58,6	58,6				x			447	54,5	54,5				x	x	
388	53,2	53,2				x			448	53,3	53,3		x			x	
389	47,8	47,8				x			449	53,0	53,0		x			x	
390	42,4	42,4				x			450	53,5	53,5		x			x	
391	37,0	37,0					x		451	54,6	54,6		x			x	
392	33,0	33,0		x					452	56,1	56,1		x			x	
393	30,9	30,9		x					453	57,6	57,6		x			x	
394	30,9	30,9		x					454	58,9	58,9		x			x	
395	33,5	33,5		x					455	59,8	59,8		x			x	
396	38,0	38,0		x					456	60,3	60,3		x			x	
397	42,5	42,5		x					457	60,7	60,7		x			x	
398	47,0	47,0		x					458	61,3	61,3		x			x	
399	51,0	51,0		x					459	62,3	62,3		x			x	
400	53,5	53,5		x					460	64,1	64,1		x			x	
401	55,1	55,1		x					461	66,2	66,2		x			x	
402	56,4	56,4		x					462	68,1	68,1		x			x	
403	57,3	57,3		x					463	69,7	69,7		x			x	
404	58,1	58,1		x					464	70,4	70,4		x			x	
405	58,8	58,8		x					465	70,7	70,7		x			x	
406	59,4	59,4		x					466	70,7	70,7			x			
407	59,8	59,8			x				467	70,7	70,7			x			
408	59,7	59,7			x				468	70,7	70,7			x			
409	59,4	59,4			x				469	70,6	70,6			x			
410	59,2	59,2			x				470	70,5	70,5			x			
411	59,2	59,2			x				471	70,3	70,3			x			
412	59,5	59,5			x				472	70,2	70,2			x			
413	60,0	60,0			x				473	70,1	70,1			x			
414	60,5	60,5			x				474	69,8	69,8			x			
415	61,0	61,0			x				475	69,5	69,5			x			
416	61,2	61,2			x				476	69,1	69,1			x			
417	61,3	61,3			x				477	69,1	69,1			x			
418	61,4	61,4			x				478	69,5	69,5			x			
419	61,7	61,7			x				479	70,3	70,3			x		x	
420	62,3	62,3			x				480	71,2	71,2			x		x	

Tableau 67. Partie 2, version 9, pour les véhicules des classes 2 et 3, 481 à 600 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
481	72,0	72,0			x		x		541	65,3	65,3		x				
482	72,6	72,6			x		x		542	69,6	69,6		x				
483	72,8	72,8			x		x		543	72,3	72,3		x				
484	72,7	72,7			x		x		544	73,9	73,9		x				
485	72,0	72,0				x	x		545	75,0	75,0		x				
486	70,3	70,3				x			546	75,7	75,7		x				
487	67,7	67,7				x			547	76,5	76,5		x				
488	64,4	64,4				x			548	77,3	77,3		x				
489	61,0	61,0				x			549	78,2	78,2		x				
490	57,6	57,6				x			550	78,9	78,9		x				
491	54,0	54,0				x			551	79,4	79,4		x				
492	49,7	49,7				x			552	79,6	79,6			x			
493	44,4	44,4				x			553	79,3	79,3			x			
494	38,2	38,2				x			554	78,8	78,8			x			
495	31,2	31,2				x			555	78,1	78,1			x			
496	24,0	24,0				x			556	77,5	77,5			x			
497	16,8	16,8				x			557	77,2	77,2			x			
498	10,4	10,4				x			558	77,2	77,2			x			
499	5,7	5,7				x			559	77,5	77,5			x			
500	2,8	2,8	x						560	77,9	77,9			x			
501	1,6	1,6	x						561	78,5	78,5			x			
502	0,3	0,3	x						562	79,1	79,1			x			
503	0,0	0,0	x						563	79,6	79,6			x			
504	0,0	0,0	x						564	80,0	80,0			x			
505	0,0	0,0	x						565	80,2	80,2			x			
506	0,0	0,0	x						566	80,3	80,3			x			
507	0,0	0,0	x						567	80,1	80,1			x			
508	0,0	0,0	x						568	79,8	79,8			x			
509	0,0	0,0	x						569	79,5	79,5			x			
510	0,0	0,0	x						570	79,1	79,1			x			
511	0,0	0,0	x						571	78,8	78,8			x			
512	0,0	0,0	x						572	78,6	78,6			x			
513	0,0	0,0	x						573	78,4	78,4			x			
514	0,0	0,0	x						574	78,3	78,3			x			
515	0,0	0,0	x						575	78,0	78,0				x		
516	0,0	0,0	x						576	76,7	76,7				x		
517	0,0	0,0	x						577	73,7	73,7				x		
518	0,0	0,0	x						578	69,5	69,5				x		
519	0,0	0,0	x						579	64,8	64,8				x		
520	0,0	0,0	x						580	60,3	60,3				x		
521	0,0	0,0	x						581	56,2	56,2				x		
522	0,0	0,0	x						582	52,5	52,5				x		
523	0,0	0,0	x						583	49,0	49,0				x		
524	0,0	0,0	x						584	45,2	45,2				x		
525	0,0	0,0	x						585	40,8	40,8				x		
526	0,0	0,0	x						586	35,4	35,4				x		
527	0,0	0,0	x						587	29,4	29,4				x		
528	0,0	0,0	x						588	23,4	23,4				x		
529	0,0	0,0	x						589	17,7	17,7				x		
530	0,0	0,0	x						590	12,6	12,6				x		
531	0,0	0,0	x						591	8,0	8,0				x		
532	0,0	0,0	x						592	4,1	4,1				x		
533	2,3	2,3	x						593	1,3	1,3	x					
534	7,2	7,2		x					594	0,0	0,0	x					
535	14,6	14,6		x					595	0,0	0,0	x					
536	23,5	23,5		x					596	0,0	0,0	x					
537	33,0	33,0		x					597	0,0	0,0	x					
538	42,7	42,7		x					598	0,0	0,0	x					
539	51,8	51,8		x					599	0,0	0,0	x					
540	59,4	59,4		x					600	0,0	0,0	x					

Tableau 68. Partie 3, version 9, pour les véhicules de la classe 3, 1 à 120 s

Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
s	km/h	km/h							s	km/h	km/h						
1	0,0	0,0	x						61	73,9	73,9		x			x	
2	0,0	0,0	x						62	74,1	74,1		x			x	
3	0,0	0,0	x						63	75,1	75,1		x			x	
4	0,0	0,0	x						64	76,8	76,8		x			x	
5	0,0	0,0	x						65	78,7	78,7		x			x	
6	0,0	0,0	x						66	80,4	80,4		x			x	
7	0,0	0,0	x						67	81,7	81,7		x			x	
8	0,9	0,9	x						68	82,6	82,6		x				
9	3,2	3,2		x					69	83,5	83,5		x				
10	7,3	7,3		x					70	84,4	84,4		x				
11	12,4	12,4		x					71	85,1	85,1		x				
12	17,9	17,9		x					72	85,7	85,7		x				
13	23,5	23,5		x					73	86,3	86,3		x				
14	29,1	29,1		x					74	87,0	87,0		x				
15	34,3	34,3		x					75	87,9	87,9		x				
16	38,6	38,6		x					76	88,8	88,8		x				
17	41,6	41,6		x					77	89,7	89,7		x				
18	43,9	43,9		x					78	90,3	90,3			x			
19	45,9	45,9		x					79	90,6	90,6			x			
20	48,1	48,1		x					80	90,6	90,6			x			
21	50,3	50,3		x					81	90,5	90,5			x			
22	52,6	52,6		x					82	90,4	90,4			x			
23	54,8	54,8		x					83	90,1	90,1			x			
24	55,8	55,8		x					84	89,7	89,7			x			
25	55,2	55,2		x					85	89,3	89,3			x			
26	53,8	53,8		x					86	88,9	88,9			x			
27	52,7	52,7		x					87	88,8	88,8			x			
28	52,8	52,8		x					88	88,9	88,9			x			
29	55,0	55,0		x					89	89,1	89,1			x			
30	58,5	58,5		x					90	89,3	89,3			x			
31	62,3	62,3		x					91	89,4	89,4			x			
32	65,7	65,7		x					92	89,4	89,4			x			
33	68,0	68,0		x					93	89,2	89,2			x			
34	69,1	69,1		x					94	88,9	88,9			x			
35	69,5	69,5		x					95	88,5	88,5			x			
36	69,9	69,9		x					96	88,0	88,0			x		x	
37	70,6	70,6		x					97	87,5	87,5			x		x	
38	71,3	71,3		x					98	87,2	87,2			x		x	
39	72,2	72,2		x					99	87,1	87,1			x		x	
40	72,8	72,8		x					100	87,2	87,2			x		x	
41	73,2	73,2		x					101	87,3	87,3			x		x	
42	73,4	73,4		x					102	87,4	87,4			x		x	
43	73,8	73,8		x					103	87,5	87,5			x		x	
44	74,8	74,8		x					104	87,4	87,4			x		x	
45	76,7	76,7		x					105	87,1	87,1			x			
46	79,1	79,1		x					106	86,8	86,8			x			
47	81,1	81,1		x					107	86,4	86,4			x			
48	82,1	82,1				x			108	85,9	85,9			x			
49	81,7	81,7				x	x		109	85,2	85,2			x			
50	80,3	80,3				x	x		110	84,0	84,0				x		
51	78,8	78,8				x	x		111	82,2	82,2				x		
52	77,3	77,3				x	x		112	80,3	80,3				x		
53	75,9	75,9				x	x		113	78,6	78,6				x		
54	75,0	75,0				x	x		114	77,2	77,2				x		
55	74,7	74,7				x	x		115	75,9	75,9				x		
56	74,6	74,6				x	x		116	73,8	73,8				x		
57	74,7	74,7				x	x		117	70,4	70,4				x		
58	74,6	74,6				x	x		118	65,7	65,7				x		
59	74,4	74,4				x	x		119	60,5	60,5				x		
60	74,1	74,1		x			x		120	55,9	55,9				x		

Tableau 69. Partie 3, version 9, pour les véhicules de la classe 3, 121 à 240 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
121	53,0	53,0				x			181	50,2	50,2					x	
122	51,6	51,6				x			182	48,7	48,7					x	
123	50,9	50,9				x			183	47,2	47,2					x	
124	50,5	50,5				x			184	47,1	47,1					x	
125	50,2	50,2		x					185	47,0	47,0					x	
126	50,2	50,2		x					186	46,9	46,9					x	
127	50,6	50,6		x					187	46,6	46,6					x	
128	51,2	51,2		x					188	46,3	46,3		x				
129	51,8	51,8		x					189	46,1	46,1		x				
130	52,5	52,5		x					190	46,1	46,1		x				
131	53,4	53,4		x					191	46,4	46,4		x				
132	54,9	54,9		x					192	47,1	47,1		x				
133	57,0	57,0		x					193	48,1	48,1		x				
134	59,4	59,4		x					194	49,8	49,8		x				
135	61,9	61,9		x					195	52,2	52,2		x				
136	64,3	64,3		x					196	54,8	54,8		x				
137	66,4	66,4		x					197	57,3	57,3		x				
138	68,1	68,1		x					198	59,5	59,5		x				
139	69,6	69,6		x					199	61,7	61,7		x				
140	70,7	70,7		x					200	64,3	64,3		x				
141	71,4	71,4		x					201	67,7	67,7		x				
142	71,8	71,8		x					202	71,4	71,4		x				
143	72,8	72,8		x					203	74,9	74,9		x				
144	75,0	75,0		x					204	78,2	78,2		x				
145	77,8	77,8		x					205	81,1	81,1		x				
146	80,7	80,7		x					206	83,9	83,9		x				
147	83,3	83,3		x					207	86,5	86,5		x				
148	85,4	85,4		x					208	89,1	89,1		x				
149	87,3	87,3		x					209	91,6	91,6		x				
150	89,1	89,1		x					210	94,0	94,0		x				
151	90,6	90,6		x					211	96,3	96,3		x				
152	91,9	91,9		x					212	98,4	98,4		x				
153	93,2	93,2		x					213	100,4	100,4		x				
154	94,5	94,5		x					214	102,1	102,1		x				
155	96,0	96,0		x					215	103,6	103,6		x				
156	97,5	97,5		x					216	104,9	104,9		x				
157	98,9	98,9		x					217	106,2	106,2		x				
158	99,8	99,8		x					218	107,4	106,4		x				
159	99,0	99,0				x			219	108,5	106,5		x				
160	96,6	96,6				x			220	109,3	106,6		x				
161	93,7	93,7				x			221	109,9	106,6		x				
162	91,3	91,3				x			222	110,5	107,0		x				
163	90,4	90,4				x			223	110,9	107,3		x				
164	90,6	90,6				x			224	111,2	107,3		x				
165	91,1	91,1				x			225	111,4	107,2		x				
166	90,9	90,9				x			226	111,7	107,2		x				
167	89,0	89,0				x			227	111,9	107,2		x				
168	85,6	85,6				x			228	112,3	107,3		x				
169	81,6	81,6				x			229	113,0	107,5		x				
170	77,6	77,6				x			230	114,1	107,3		x				
171	73,6	73,6				x			231	115,7	107,3		x				
172	69,7	69,7				x			232	117,5	107,3		x				
173	66,0	66,0				x			233	119,3	107,3		x				
174	62,7	62,7				x			234	121,0	108,0		x				
175	60,0	60,0				x			235	122,2	108,2		x				
176	58,0	58,0				x			236	122,9	108,9			x			
177	56,4	56,4				x			237	123,0	109,0			x			
178	54,8	54,8				x			238	122,9	108,9			x			
179	53,2	53,2				x			239	122,7	108,7			x			
180	51,7	51,7				x			240	122,6	108,6			x			

Tableau 70. Partie 3, version 9, pour les véhicules de la classe 3, 241 à 360 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
s	km/h	km/h							s	km/h	km/h						
241	122,4	108,4			x				301	109,8	95,8			x			
242	122,3	108,3			x				302	109,9	95,9			x			
243	122,2	108,2			x				303	110,2	96,2			x			
244	122,2	108,2			x				304	110,4	96,4			x			
245	122,2	108,2			x				305	110,7	96,7			x			
246	122,2	108,2			x				306	110,7	96,7				x		
247	122,3	108,3			x				307	110,3	96,3				x		
248	122,4	108,4			x				308	109,3	95,3				x		
249	122,4	108,4			x				309	108,0	94,0				x		
250	122,5	108,5			x				310	106,5	92,5				x		
251	122,5	108,5			x				311	105,4	91,4				x		
252	122,5	108,5			x				312	104,9	90,9				x		
253	122,5	108,5			x				313	104,7	90,7				x		
254	122,6	108,6			x				314	104,3	90,3				x		
255	122,8	108,8			x				315	103,6	89,6				x	x	
256	123,0	109,0			x				316	102,6	88,6				x	x	
257	123,2	109,2			x				317	101,7	87,7				x	x	
258	123,3	109,3			x				318	100,8	86,8				x	x	
259	123,4	109,4			x				319	100,2	86,2				x	x	
260	123,5	109,5			x				320	99,8	85,8				x	x	
261	123,5	109,5			x				321	99,7	85,7				x	x	
262	123,6	109,6			x				322	99,7	85,7				x	x	
263	123,8	109,8			x				323	100,0	86,0				x	x	
264	124,0	110,0			x				324	100,7	86,7		x			x	
265	124,2	110,2			x				325	101,8	87,8		x			x	
266	124,5	110,5			x				326	103,2	89,2		x			x	
267	124,7	110,7			x				327	104,9	90,9		x			x	
268	124,9	110,9			x				328	106,6	92,6		x			x	
269	125,1	111,1			x				329	108,3	94,3		x			x	
270	125,2	111,2			x				330	109,9	95,9		x			x	
271	125,3	111,3			x				331	111,4	97,4		x			x	
272	125,3	111,3			x				332	112,7	98,7		x			x	
273	125,3	111,3			x				333	113,7	99,7		x			x	
274	125,2	111,2			x				334	114,3	100,3		x			x	
275	125,0	111,0			x				335	114,6	100,6		x			x	
276	124,8	110,8			x				336	115,0	101,0		x			x	
277	124,6	110,6			x				337	115,4	101,4		x			x	
278	124,4	110,4			x				338	115,8	101,8		x			x	
279	124,3	110,3				x			339	116,2	102,2		x			x	
280	123,9	109,9				x			340	116,5	102,5		x			x	
281	123,3	109,3				x			341	116,6	102,6		x			x	
282	122,1	108,1				x			342	116,7	102,7		x			x	
283	120,3	106,3				x			343	116,8	102,8		x			x	
284	118,0	104,0				x			344	117,0	103,0		x			x	
285	115,5	101,5				x			345	117,5	103,5		x			x	
286	113,2	99,2				x			346	118,3	104,3		x			x	
287	111,2	97,2				x			347	119,2	105,2		x			x	
288	110,1	96,1				x			348	120,1	106,1		x			x	
289	109,7	95,7			x				349	120,8	106,8		x			x	
290	109,8	95,8			x				350	121,1	107,1				x	x	
291	110,1	96,1			x				351	120,7	106,7				x	x	
292	110,4	96,4			x				352	119,0	105,0				x	x	
293	110,7	96,7			x				353	116,3	102,3				x	x	
294	110,9	96,9			x				354	113,1	99,1				x	x	
295	110,9	96,9			x				355	110,3	96,3				x	x	
296	110,8	96,8			x				356	109,0	95,0				x	x	
297	110,6	96,6			x				357	109,4	95,4				x	x	
298	110,4	96,4			x				358	110,4	96,4				x	x	
299	110,1	96,1			x				359	111,3	97,3				x	x	
300	109,9	95,9			x				360	111,5	97,5				x	x	

Tableau 71. Partie 3, version 9, pour les véhicules de la classe 3, 361 à 480 s

Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleau		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
361	110,1	96,1				x	x		421	116,2	102,2			x			
362	107,4	93,4				x	x		422	116,4	102,4			x			
363	104,4	90,4				x	x		423	116,6	102,6			x			
364	101,8	87,8				x	x		424	116,8	102,8			x			
365	100,0	86,0				x	x		425	117,0	103,0			x			
366	99,1	85,1				x	x		426	117,4	103,4			x			
367	98,7	84,7				x	x		427	117,9	103,9			x			
368	98,2	84,2		x				x	428	118,4	104,4			x			
369	99,0	85,0		x				x	429	118,8	104,8			x			
370	100,5	86,5		x				x	430	119,2	105,2			x			
371	102,3	88,3		x				x	431	119,5	105,5			x			
372	103,9	89,9		x				x	432	119,7	105,7			x			
373	105,0	91,0		x				x	433	119,9	105,9			x			
374	105,8	91,8		x				x	434	120,1	106,1			x			
375	106,4	92,4		x				x	435	120,3	106,3			x			
376	107,1	93,1		x				x	436	120,5	106,5			x			
377	107,7	93,7		x				x	437	120,8	106,8			x			
378	108,3	94,3		x				x	438	121,1	107,1			x			
379	109,0	95,0		x				x	439	121,5	107,5			x			
380	109,6	95,6		x				x	440	122,0	108,0			x			
381	110,3	96,3		x				x	441	122,3	108,3			x			
382	110,9	96,9		x				x	442	122,6	108,6			x			
383	111,5	97,5		x				x	443	122,9	108,9			x			
384	112,0	98,0		x				x	444	123,1	109,1			x			
385	112,3	98,3		x				x	445	123,2	109,2			x			
386	112,6	98,6		x				x	446	123,4	109,4			x			
387	112,9	98,9		x				x	447	123,5	109,5			x			
388	113,1	99,1		x				x	448	123,7	109,7			x			
389	113,3	99,3		x				x	449	123,9	109,9			x			
390	113,3	99,3		x				x	450	124,2	110,2			x			
391	113,2	99,2		x				x	451	124,4	110,4			x			
392	113,2	99,2		x				x	452	124,7	110,7			x			
393	113,3	99,3		x				x	453	125,0	111,0			x			
394	113,5	99,5		x				x	454	125,2	111,2			x			
395	113,9	99,9		x				x	455	125,3	111,3			x			
396	114,3	100,3		x				x	456	125,1	111,1			x			
397	114,6	100,6		x				x	457	124,4	110,4			x			
398	114,9	100,9		x				x	458	123,3	109,3			x			
399	115,1	101,1			x				459	122,0	108,0			x			
400	115,3	101,3			x				460	120,8	106,8			x			
401	115,4	101,4			x				461	119,5	105,5			x			
402	115,5	101,5			x				462	118,4	104,4			x			
403	115,6	101,6			x				463	117,8	103,8			x			
404	115,8	101,8			x				464	117,6	103,6			x			
405	115,9	101,9			x				465	117,5	103,5			x			
406	116,0	102,0			x				466	117,5	103,5			x			
407	116,0	102,0			x				467	117,4	103,4			x			
408	116,0	102,0			x				468	117,3	103,3			x			
409	116,0	102,0			x				469	117,1	103,1			x			
410	115,9	101,9			x				470	116,9	102,9			x			
411	115,9	101,9			x				471	116,6	102,6			x			
412	115,9	101,9			x				472	116,5	102,5			x			
413	115,8	101,8			x				473	116,4	102,4			x			
414	115,8	101,8			x				474	116,4	116,4			x			
415	115,8	101,8			x				475	116,5	102,5			x			
416	115,8	101,8			x				476	116,7	102,7			x			
417	115,8	101,8			x				477	117,0	103,0			x			
418	115,8	101,8			x				478	117,3	103,3			x			
419	115,9	101,9			x				479	117,7	103,7			x			
420	116,0	102,0			x				480	118,1	104,1			x			

Tableau 72. Partie 3, version 9, pour les véhicules de la classe 3, 481 à 600 s

Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase						Temps	Vitesse du rouleur		Indicateurs de phase					
	normale	réduite	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu	1 ^{er} rapport exclu		s	km/h	km/h	Arrêt	Acc.	Vit. stab.	Déc.	Ch. de rapport exclu
481	118,5	104,5			x				541	115,0	101,0			x			
482	118,8	104,8			x				542	115,3	101,3			x			
483	118,9	104,9			x				543	116,0	102,0			x			
484	119,1	105,1			x				544	116,7	102,7			x			
485	119,1	105,1			x				545	117,5	103,5			x			
486	119,1	105,1			x				546	118,2	104,2			x			
487	119,2	105,2			x				547	118,6	104,6			x			
488	119,2	105,2			x				548	118,7	104,7			x			
489	119,3	105,3			x				549	118,8	104,8			x			
490	119,3	105,3			x				550	118,8	104,8			x			
491	119,4	105,4			x				551	118,9	104,9			x			
492	119,5	105,5			x				552	119,1	105,1			x			
493	119,5	105,5			x				553	119,4	105,4			x			
494	119,3	105,3			x				554	119,7	105,7			x			
495	119,0	105,0			x				555	119,9	105,9			x			
496	118,6	104,6			x				556	120,0	106,0				x		
497	118,2	104,2			x				557	119,6	105,6				x		
498	117,8	103,8			x				558	118,4	105,4				x		
499	117,6	103,6			x				559	115,9	103,9				x		
500	117,5	103,5			x				560	113,2	102,2				x		
501	117,4	103,4			x				561	110,5	100,5				x		
502	117,4	103,4			x				562	107,2	99,2				x		
503	117,3	103,3			x				563	104,0	98,0				x		
504	117,0	103,0			x				564	100,4	96,4				x		
505	116,7	102,7			x				565	96,8	94,8				x		
506	116,4	102,4			x				566	92,8	92,8				x		
507	116,1	102,1			x				567	88,9	88,9				x		
508	115,9	101,9			x				568	84,9	84,9				x		
509	115,7	101,7			x				569	80,6	80,6				x		
510	115,5	101,5			x				570	76,3	76,3				x		
511	115,3	101,3			x				571	72,3	72,3				x		
512	115,2	101,2			x				572	68,7	68,7				x		
513	115,0	101,0			x				573	65,5	65,5				x		
514	114,9	100,9			x				574	63,0	63,0				x		
515	114,9	100,9			x				575	61,2	61,2				x		
516	115,0	101,0			x				576	60,5	60,5				x		
517	115,2	101,2			x				577	60,0	60,0				x		
518	115,3	101,3			x				578	59,7	59,7				x		
519	115,4	101,4			x				579	59,4	59,4				x		
520	115,4	101,4			x				580	59,4	59,4				x		
521	115,2	101,2			x				581	58,0	58,0				x		
522	114,8	100,8			x				582	55,0	55,0				x		
523	114,4	100,4			x				583	51,0	51,0				x		
524	113,9	99,9			x				584	46,0	46,0				x		
525	113,6	99,6			x				585	38,8	38,8				x		
526	113,5	99,5			x				586	31,6	31,6				x		
527	113,5	99,5			x				587	24,4	24,4				x		
528	113,6	99,6			x				588	17,2	17,2				x		
529	113,7	99,7			x				589	10,0	10,0				x		
530	113,8	99,8			x				590	5,0	5,0	x					
531	113,9	99,9			x				591	2,0	2,0	x					
532	114,0	100,0			x				592	0,0	0,0	x					
533	114,0	100,0			x				593	0,0	0,0	x					
534	114,1	100,1			x				594	0,0	0,0	x					
535	114,2	100,2			x				595	0,0	0,0	x					
536	114,4	100,4			x				596	0,0	0,0	x					
537	114,5	100,5			x				597	0,0	0,0	x					
538	114,6	100,6			x				598	0,0	0,0	x					
539	114,7	100,7			x				599	0,0	0,0	x					
540	114,8	100,8			x				600	0,0	0,0	x					
