



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GENERALE

ECE/TRANS/WP.29/2009/73  
9 avril 2009

FRANÇAIS  
Original: ANGLAIS ET FRANÇAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules

Cent-quarantième-huitième session  
Genève, 23-26 juin 2009  
Point 13.2 de l'ordre du jour provisoire

**EXAMEN ET MISE AUX VOIX DE PROJETS DE RÈGLEMENT TECHNIQUE MONDIAL  
ET/OU DE PROJETS D'AMENDEMENTS À DES RÈGLEMENTS TECHNIQUES  
MONDIAUX EXISTANTS**

Proposition de rectificatif 1 au règlement technique mondial No 2  
(Cycle d'essai mondial harmonisé de mesure des émissions des motocycles (WMTC))

Communication du groupe de travail de la pollution et de l'énergie \*/

Le texte reproduit ci-après a été adopté par le groupe de travail de la pollution et de l'énergie (GRPE) à sa cinquante-septième session. Il a été établi sur la base du document ECE/TRANS/WP.29/GRPE/2009/2, tel que modifié par les documents informels GRPE-57-05, GRPE-57-13, GRPE-57-205 et GRPE-57-28. Il est transmis pour examen au Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) et au Comité Exécutif (AC.3) (ECE/TRANS/WP.29/GRPE/57, par. 20).

---

\*/ Conformément au programme de travail pour 2006-2010 du Comité des Transports Intérieurs (ECE/TRANS/166/Add.1, programme d'activité 02.4), la mission du Forum mondial est de développer, harmoniser et mettre à jour les Règlements dans le but d'améliorer la performance des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

Page 6, les références aux «ISO 6460 (Véhicules routiers – Méthode de mesurage des émissions de gaz polluants par les motocycles équipés de moteurs à allumage commandé) » et «ISO 7860 (Motocycles – Méthodes de mesure de la consommation de carburant)», lire comme suit : «ISO 6460 (Véhicules routiers – Méthode de mesurage des émissions de gaz polluants par les motocycles équipés de moteurs à allumage commandé et méthodes de mesure de la consommation de carburant).».

Page 20, paragraphes 6.5.5 à 6.5.5.2.3.3, modifier comme suit (en supprimant des numéros d'alinéa):

«6.5.5 Prescriptions relatives aux changements de rapport

6.5.5.1 Véhicules (motocycles) à boîte de vitesses à commande automatique

Les véhicules pourvus d'un réducteur, de jeux de pignons multiples, etc., doivent être essayés dans la configuration recommandée par le constructeur pour l'utilisation en ville ou sur route.

Tous les essais doivent être réalisés en position «D» (rapport le plus élevé). La commande des boîtes automatiques peut être actionnée manuellement au gré du constructeur.

Les phases de ralenti doivent se dérouler en position «D», freins serrés.

Les changements de rapport doivent s'effectuer automatiquement dans l'ordre normal des rapports.

Les phases de décélération doivent se dérouler boîte en prise, les freins ou la commande des gaz étant utilisés selon qu'il convient pour maintenir la vitesse voulue.

6.5.5.2 Véhicules (motocycles) à boîte de vitesses à commande manuelle

6.5.5.2.1 Prescriptions obligatoires

6.5.5.2.1.1 Première étape – Calcul des vitesses de changement de rapport

Les vitesses ( $v_{1 \rightarrow 2}$  et  $v_{i \rightarrow i+1}$ , exprimées en km/h) de passage sur un rapport supérieur au cours des phases d'accélération doivent être calculées à l'aide des **équations** suivantes:

Équation 6-1:

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

Équation 6-2:

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

où:

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

Les vitesses ( $v_{i \rightarrow i-1}$ , exprimées en km/h) de passage sur un rapport inférieur au cours des phases de vitesse constante ou de décélération, à partir du rapport 4 à  $ng$ , doivent être calculées à l'aide de l'équation suivante:

Équation 6-3:

$$v_{i \rightarrow i-1} = \left[ (0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})}) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_{i-2}}, i = 4 \text{ à } ng$$

où:

- $i$  est le numéro du rapport ( $\geq 4$ ),
- $ng$  est le nombre total de rapports de marche avant,
- $P_n$  est la puissance nominale en kW,
- $m_k$  est la masse en ordre de marche en kg,
- $n_{idle}$  est le régime de ralenti en  $\text{min}^{-1}$ ,
- $s$  est le régime nominal du moteur en  $\text{min}^{-1}$ ,
- $ndv_{i-2}$  est le rapport entre le régime du moteur exprimé en  $\text{min}^{-1}$  et la vitesse du véhicule en km/h sur le rapport  $i-2$ .

La vitesse de passage du rapport 3 au rapport 2 ( $v_{3 \rightarrow 2}$ ) doit être calculée comme suit:

Équation 6-4:

$$v_{3 \rightarrow 2} = \left[ \left( 0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0,1 \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

où:

$P_n$  est la puissance nominale en kW,

$m_k$  est la masse en ordre de marche en kg,

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

$s$  est le régime nominal du moteur en  $\text{min}^{-1}$ ,

$ndv_1$  est le rapport entre le régime du moteur exprimé en  $\text{min}^{-1}$  et la vitesse du véhicule en km/h sur le rapport 1.

La vitesse de passage du rapport 2 au rapport 1 ( $v_{2 \rightarrow 1}$ ) doit être calculée comme suit:

Équation 6-5:

$$v_{2 \rightarrow 1} = \left[ 0,03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

où:

$ndv_2$  est le rapport entre le régime du moteur exprimé en  $\text{min}^{-1}$  et la vitesse du véhicule en km/h sur le rapport 2.

Les phases de vitesse constante étant déterminées par l'indicateur de mode, de légères accélérations peuvent se produire au cours de celles-ci, nécessitant éventuellement le passage sur un rapport supérieur. Les vitesses ( $v_{1 \rightarrow 2}$ ,  $v_{2 \rightarrow 3}$  et  $v_{i \rightarrow i+1}$ , exprimées en km/h) de passage sur un rapport supérieur au cours des phases de vitesse constante peuvent être calculées à l'aide des équations suivantes:

Équation 6-6:

$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[ 0,03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

Équation 6-7:

$$v_{2 \rightarrow 3} = \left[ \left( 0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0,1 \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Équation 6-8:

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

#### 6.5.5.2.1.2 Deuxième étape – Choix du rapport pour chaque prélèvement

Afin d'éviter toute divergence dans l'interprétation des phases d'accélération, de décélération, de vitesse constante et d'arrêt, un indicateur a été prévu pour chaque mode du cycle d'essai en plus des indications de vitesse (voir les tableaux de l'annexe 5).

Il convient ensuite de calculer le rapport approprié pour chaque prélèvement en fonction des plages de vitesses de changement de rapport résultant des équations du paragraphe 6.5.5.2.1.1 et des indicateurs de phase pour les parties du cycle s'appliquant au véhicule essayé, comme suit:

Choix du rapport pour les phases d'arrêt:

Durant les 5 dernières secondes d'une phase d'arrêt, le premier rapport doit être engagé et le moteur débrayé. Durant la partie précédente de la phase, le levier de changement de vitesse doit être au point mort ou le moteur débrayé.

Choix du rapport pour les phases d'accélération:

rapport 1 si  $v \leq v_{1 \rightarrow 2}$ ,

rapport 2 si  $v_{1 \rightarrow 2} < v \leq v_{2 \rightarrow 3}$ ,

rapport 3 si  $v_{2 \rightarrow 3} < v \leq v_{3 \rightarrow 4}$ ,

rapport 4 si  $v_{3 \rightarrow 4} < v \leq v_{4 \rightarrow 5}$ ,

rapport 5 si  $v_{4 \rightarrow 5} < v \leq v_{5 \rightarrow 6}$ ,

rapport 6 si  $v > v_{5 \rightarrow 6}$ .

Choix du rapport pour les phases de décélération ou de régulation de la vitesse:

rapport 1 si  $v < v_{2 \rightarrow 1}$ ,

rapport 2 si  $v < v_{3 \rightarrow 2}$ ,

rapport 3 si  $v_{3 \rightarrow 2} \leq v < v_{4 \rightarrow 3}$ ,

rapport 4 si  $v_{4 \rightarrow 3} \leq v < v_{5 \rightarrow 4}$ ,

rapport 5 si  $v_{5 \rightarrow 4} \leq v < v_{6 \rightarrow 5}$ ,

rapport 6 si  $v \geq v_{4 \rightarrow 5}$ .

Le moteur doit être débrayé dans les cas suivants:

- a) si la vitesse du véhicule tombe en dessous de 10 km/h;
- b) si le régime du moteur tombe en dessous de  $n_{idle} + 0,03 \times (s - n_{idle})$ ;
- c) si le moteur risque de caler durant la phase de démarrage à froid.

#### 6.5.5.2.1.3 Troisième étape – Corrections en fonction des prescriptions supplémentaires

Le choix du rapport doit ensuite être corrigé en fonction des prescriptions suivantes:

- a) Il ne doit pas y avoir de changement de rapport lors du passage d'une phase d'accélération à une phase de décélération; le rapport utilisé durant la dernière seconde de la phase d'accélération doit être conservé au cours de la phase de décélération qui suit, sauf si la vitesse du véhicule tombe en dessous de la vitesse à laquelle il est nécessaire de passer à un rapport inférieur.
- b) Il ne doit pas y avoir de changement vers le haut ou vers le bas de plus d'un rapport, sauf pour le passage du rapport 2 au point mort durant une phase de décélération jusqu'à l'arrêt.
- c) Les changements de rapport vers le haut ou le bas d'une durée ne dépassant pas 4 s sont remplacés par le rapport précédent si les rapports précédent et suivant sont identiques (par exemple, la séquence 2 3 3 3 2 est remplacée par 2 2 2 2 2, et la séquence 4 3 3 3 3 4, par 4 4 4 4 4).
- d) Il ne doit pas y avoir de rétrogradage durant une phase d'accélération.

#### 6.5.5.2.2 Dispositions facultatives

Le choix du rapport peut être révisé comme suit:

- a) L'utilisation de rapports inférieurs à ceux prescrits au paragraphe 6.5.5.2.1 est autorisée durant chaque phase du cycle. Les recommandations du constructeur doivent être suivies si elles ne donnent pas lieu au passage sur un rapport supérieur à celui prescrit au paragraphe 6.5.5.2.1.

#### Note 5

Le programme de calcul disponible sur le site de l'ONU à l'adresse ci-dessous peut servir de guide pour le choix du rapport:

<<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/wmtc.html>>

On trouvera à l'annexe 13 des explications sur la méthode et la procédure de changement de rapport, et un exemple de calcul.».

Paragraphe 7.2.2.r), modifier comme suit:

«7.2.7.2.r) Pour les comparaisons et analyses, outre les résultats concernant les échantillons recueillis dans les sacs, il doit être effectué un suivi seconde par seconde des données concernant les émissions (gaz dilués).».

Annexe 13, modifier comme suit:

«Annexe 13

NOTE EXPLICATIVE SUR LA PROCÉDURE DE CHANGEMENT DE RAPPORT

La présente note explicative ne fait pas partie des prescriptions, mais est destinée à expliquer des points qui sont spécifiés ou décrits dans ce texte ou en annexe, ainsi que d'autres qui leur sont liés.

1. Méthode

- 1.1 La procédure de changement de rapport recommandée est basée sur une analyse des points de changement de rapport en utilisation réelle. Afin de pouvoir se fonder sur des relations généralisées entre les caractéristiques techniques des véhicules et les régimes de changement de rapport, les régimes moteur ont été normalisés dans la plage utilisable entre le régime nominal et le régime de ralenti.
- 1.2 Dans un deuxième temps, les valeurs limites (vitesse du véhicule et régime normalisé du moteur) pour les changements de rapport vers le haut et vers le bas ont été déterminées et consignées dans un tableau séparé. Les moyennes de ces valeurs pour chaque rapport et chaque véhicule ont été calculées et rapportées aux spécifications techniques des véhicules.
- 1.3 Les résultats de ces analyses et calculs peuvent être résumés comme suit:
  - a) Les pratiques de changement de rapport sont liées au régime moteur plutôt qu'à la vitesse du véhicule;
  - b) La meilleure corrélation entre les régimes de changement de rapport et les caractéristiques techniques a été constatée dans le cas de régimes normalisés et d'un rapport normalisé puissance/masse (puissance nominale/(masse à vide + 75 kg));
  - c) Les variations résiduelles ne peuvent s'expliquer par d'autres caractéristiques techniques ou par des rapports de transmission différents. Elles sont probablement dues à des différences relatives aux conditions de circulation et au comportement du pilote;
  - d) La meilleure approximation entre les régimes de changement de rapport et le rapport puissance/masse a été constatée pour les fonctions exponentielles;
  - e) La fonction de changement de rapport pour le premier rapport est sensiblement plus basse que pour tous les autres rapports de boîte;

- f) Une seule fonction commune permet d'obtenir une approximation des régimes de changement de rapport pour tous les autres rapports;
- g) Aucune différence n'a été constatée entre les boîtes à cinq rapports et les boîtes à six rapports;
- h) Les pratiques de changement de rapport au Japon sont très différentes, en conditions équivalentes, de celles observées dans l'Union européenne et aux États-Unis d'Amérique.

1.4 Afin de trouver un compromis raisonnable entre les trois régions, une nouvelle fonction d'approximation pour les régimes normalisés de passage sur un rapport supérieur selon le rapport puissance/masse a été calculée en prenant la moyenne pondérée de la courbe Union européenne/États-Unis (avec une pondération de 2/3) et de la courbe Japon (avec une pondération de 1/3). Le résultat est le suivant:

Équation A13-1, régime normalisé de passage sur le rapport supérieur pour le premier rapport

$$n_{\max\_acc}(1) = (0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_i + 75})} - 0,1) \times (s - n_{idle}) + n_{idle}$$

Équation A13-2, régime normalisé de passage sur le rapport supérieur pour les rapports supérieurs à 1

$$n_{\max\_acc}(i) = (0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_i + 75})}) \times (s - n_{idle}) + n_{idle}$$

1.5 Des données sur les conditions de conduite réelles en Inde ont été ajoutées à la base de données WMTC à un stade ultérieur, ce qui a conduit à modifier la partie 1 et la partie 2 à vitesse réduite du cycle d'essai. Les pratiques de changement de rapport ont également été étudiées en relation avec ces modifications. Il s'avère heureusement que les prescriptions WMTC relatives aux changements de rapport sont également valables pour les pratiques constatées en Inde.

## 2. Exemple

La figure A13-1 présente un exemple d'utilisation des rapports sur un petit véhicule.

- a) Les lignes continues indiquent les changements de rapport durant les phases d'accélération.
- b) Les lignes pointillées indiquent les points de changement de rapport vers le bas durant les phases de décélération.
- c) Durant les phases de vitesse constante, il est possible d'utiliser toute la gamme de vitesses entre la vitesse de passage sur le rapport inférieur et la vitesse de passage sur le rapport supérieur.

Si la vitesse du véhicule augmente graduellement durant une phase de vitesse constante, les vitesses de passage sur un rapport supérieur ( $v_{1 \rightarrow 2}$ ,  $v_{2 \rightarrow 3}$  et  $v_{i \rightarrow i+1}$ ) exprimées en km/h peuvent être calculées à l'aide des équations suivantes:

Équation A13-3:

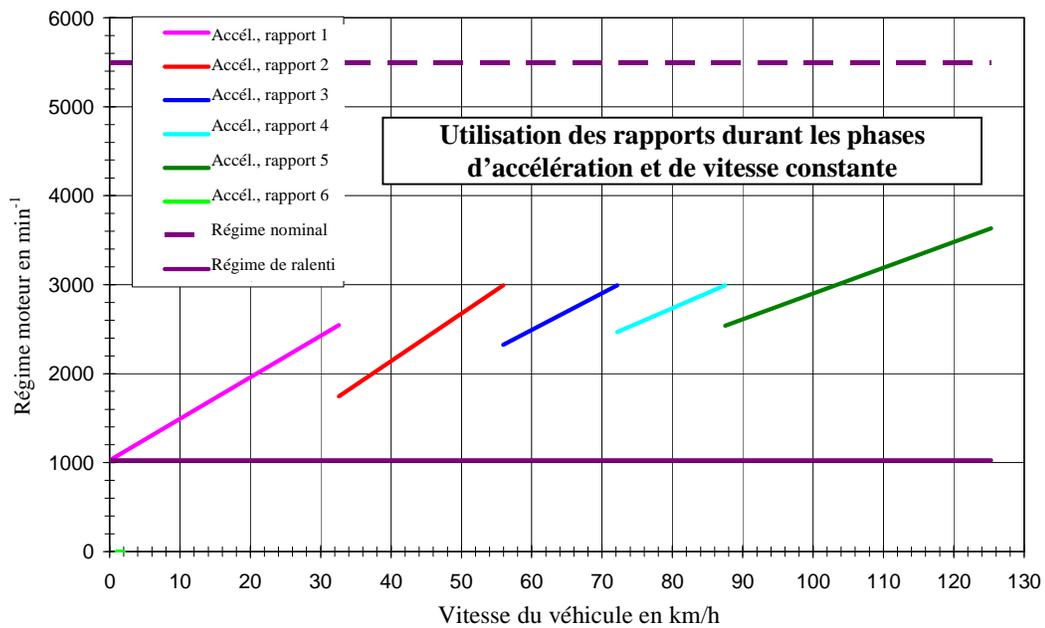
$$v_{1 \rightarrow 2} = \left[ 0,03 \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_2}$$

Équation A13-4:

$$v_{2 \rightarrow 3} = \left[ \left( 0,5753 \times e^{(-1,9 \times \frac{P_n}{m_k + 75})} - 0,1 \right) \times (s - n_{idle}) + n_{idle} \right] \times \frac{1}{ndv_1}$$

Équation A13-5:

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



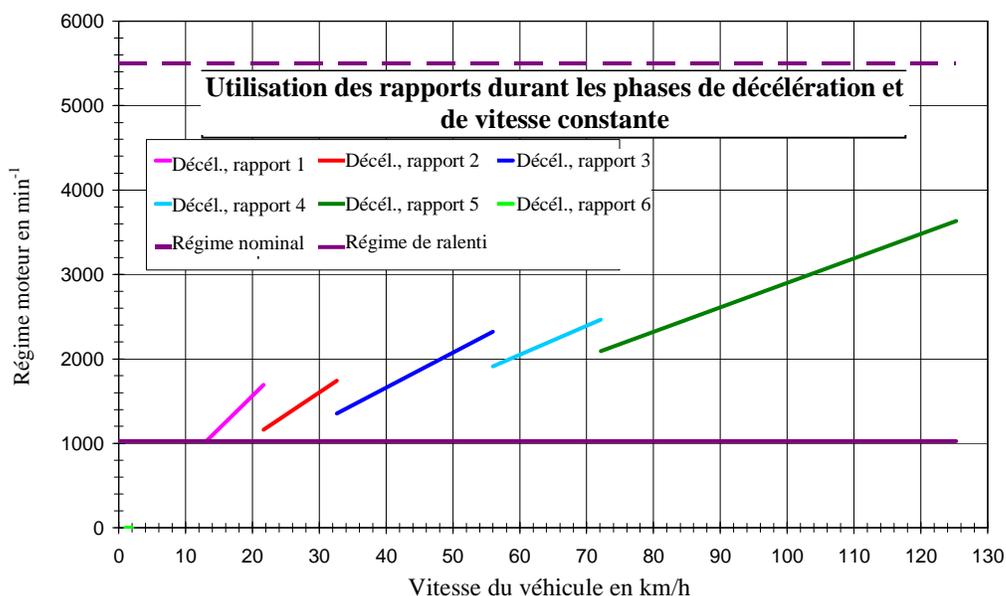


Figure A13-1: Exemple de diagramme d'utilisation des rapports

Afin de laisser davantage de marge au service d'essais et de permettre un bon fonctionnement du moteur, il convient de considérer les fonctions de rétrogradage comme des limites inférieures. Il est à noter en outre que des régimes moteur plus élevés sont autorisés à toutes les phases du cycle d'essai.

### 3. Indicateurs de mode

Afin d'éviter toute divergence dans l'interprétation de l'application des équations de changement de rapport et d'améliorer la comparabilité des résultats, des indicateurs de mode fixes sont attribués en fonction des vitesses atteintes durant le cycle d'essai. Ces indicateurs sont conformes à la spécification JARI (voir le tableau ci-dessous):

Tableau A13-1: Définition des modes

4 modes	Définition
Ralenti	vitesse du véhicule < 5 km/h et -0,5 km/h/s (-0,139 m/s <sup>2</sup> ) < accélération < 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )
Accélération	accélération ≥ 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )
Décélération	accélération ≤ -0,5 km/h/s (- 0,139 m/s <sup>2</sup> )
Vitesse constante	vitesse du véhicule ≥ 5 km/h et -0,5 km/h/s (-0,139 m/s <sup>2</sup> ) < accélération < 0,5 km/h/s (0,139 m/s <sup>2</sup> )

Les indicateurs ont ensuite été revus pour éviter de fréquents changements de rapport au cours des parties relativement homogènes du cycle d'essai et améliorer ainsi le

fonctionnement du moteur. La figure A13-2 montre un exemple de révision pour la partie 1 du cycle.

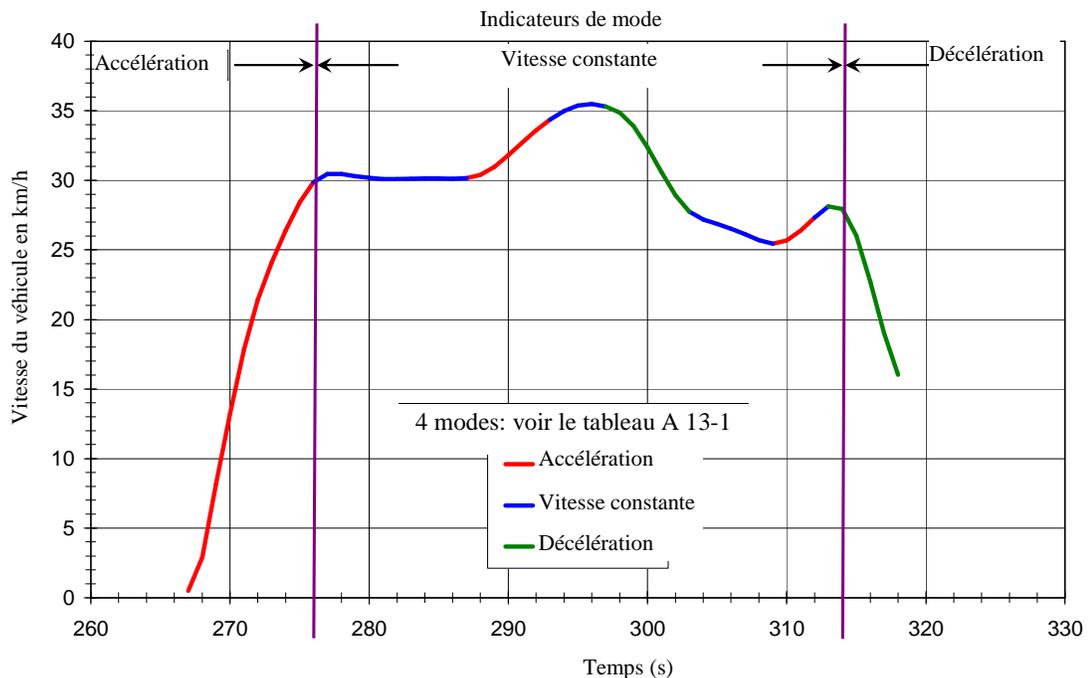


Figure A13-2: Exemple de version modifiée des indicateurs de mode

#### 4. Exemple de calcul

- 4.1 Le tableau A13-2 indique les données de base nécessaires au calcul des régimes et vitesses de changement de rapport (les valeurs sont fournies à titre d'exemple). Les vitesses auxquelles il convient d'enclencher le rapport supérieur pendant les phases d'accélération pour le premier rapport et les rapports plus élevés se calculent au moyen des équations 6-1 et 6-2. La dénormalisation des régimes moteur peut s'effectuer au moyen de l'équation  $n = n\_norm \times (s - n_{idle}) + n_{idle}$ .
- 4.2 Les vitesses auxquelles il convient de rétrograder pendant les phases de décélération se calculent au moyen des équations 6-3 et 6-4. Les valeurs  $ndv$  du tableau A13-2 peuvent être utilisées comme rapports de démultiplication. Elles peuvent également être utilisées pour calculer les vitesses correspondantes du véhicule (vitesse de changement de rapport sur le rapport  $i = \text{régime de changement de rapport sur le rapport } i / ndv_i$ ). Les résultats correspondants sont présentés dans les tableaux A13-3 et A13-4.
- 4.3 Des analyses et des calculs complémentaires ont été effectués en vue de simplifier les algorithmes de changement de rapport ci-dessus. Il s'agissait surtout de savoir si les régimes de changement de rapport pouvaient être remplacés par les vitesses du véhicule. Il est cependant apparu qu'on ne pouvait pas établir de corrélation entre les vitesses des véhicules et les pratiques de changement de rapport telles qu'elles ressortaient des données d'utilisation réelle.

Tableau A13-2: Données de base pour le calcul des régimes moteur et vitesses du véhicule pour le changement de rapport

Caractéristique	Valeur
Cylindrée en cm <sup>3</sup>	600
P <sub>n</sub> en kW	72
m <sub>k</sub> en kg	199
s en min <sup>-1</sup>	11 800
n <sub>idle</sub> en min <sup>-1</sup>	1 150
ndv <sub>1</sub> *	133,66
ndv <sub>2</sub>	94,91
ndv <sub>3</sub>	76,16
ndv <sub>4</sub>	65,69
ndv <sub>5</sub>	58,85
ndv <sub>6</sub>	54,04
pmr** en kW/t	262,8

\* ndv est le rapport entre le régime moteur en min<sup>-1</sup> et la vitesse du véhicule en km/h.

\*\* pmr est le rapport puissance/masse calculé au moyen de la formule  $P_n / (m_k + 75) \times 1\,000$ ;

P<sub>n</sub> en kW, m<sub>k</sub> en kg.

Tableau A13-3: Valeurs de changement de rapport durant les phases d'accélération pour le premier rapport et les rapports plus élevés (à partir des données de base indiquées dans le tableau A13-2)

Régime moteur	Valeurs de passage sur un rapport supérieur	
	n <sub>acc_max</sub> (1)	n <sub>acc_max</sub> (i)
n <sub>norm</sub> * en %	24,9	34,9
n en min <sup>-1</sup>	3 804	4 869

\* n<sub>norm</sub> est la valeur calculée au moyen des équations A13-1 et A13-2.

Tableau A13-4: Régimes moteur et vitesses du véhicule pour les changements de rapport  
(à partir des données de base indiquées dans le tableau A13-2)

Changement de rapport		Valeurs		
		v en km/h	n_norm (i) en %	n en min <sup>-1</sup>
Passage sur un rapport supérieur	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
Passage sur un rapport inférieur	2→d*	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

\* Embrayage débrayé.».

-----