

7 mars 2001

ACCORD

**CONCERNANT L'ADOPTION DE PRESCRIPTIONS TECHNIQUES UNIFORMES
APPLICABLES AUX VEHICULES A ROUES, AUX EQUIPEMENTS ET AUX PIECES
SUSCEPTIBLES D'ETRE MONTES OU UTILISES SUR UN VEHICULE A ROUES
ET LES CONDITIONS DE RECONNAISSANCE RECIPROQUE DES HOMOLOGATIONS
DELIVREES CONFORMEMENT A CES PRESCRIPTIONS */**

(Révision 2, comprenant les amendements entrés en vigueur le 16 octobre 1995)

Additif 110: Règlement No 111

Date d'entrée en vigueur : 28 décembre 2000

**PRESCRIPTIONS UNIFORMES RELATIVES A L'HOMOLOGATION DES VEHICULES-CITERNES
DES CATEGORIES N ET O EN CE QUI CONCERNE LA STABILITE AU RETOURNEMENT**



NATIONS UNIES

*/ Ancien titre de l'Accord:

Accord concernant l'Adoption de conditions uniformes d'homologation et la reconnaissance réciproque de l'homologation des équipements et pièces de véhicules à moteur, en date, à Genève, du 20 mars 1958.

GE.01-20891

Règlement No 111

PRESCRIPTIONS UNIFORMES RELATIVES A L'HOMOLOGATION
DES VEHICULES-CITERNES DES CATEGORIES N ET O
EN CE QUI CONCERNE LA STABILITE AU RETOURNEMENT

TABLE DES MATIERES

REGLEMENT	<u>Page</u>
1. Domaine d'application	4
2. Définitions	4
3. Demande d'homologation	5
4. Homologation	5
5. Prescriptions concernant les essais	7
6. Modification du type de véhicule et extension de l'homologation	8
7. Conformité de la production	8
8. Sanctions pour non-conformité de la production	8
9. Arrêt définitif de la production	9
10. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des service administratifs	9

ANNEXES

Annexe 1 - Communication concernant l'homologation, l'extension, le refus ou le retrait d'une homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule en ce qui concerne sa stabilité au retournement, déterminée lors d'un essai statique/d'un essai en virage à rayon constant, en application du Règlement No 111

Annexe 2 - Exemples de marques d'homologation

Annexe 3 - Essai statique sur plate-forme basculante

Annexe 4 - Calcul de la stabilité latérale

Appendice - Rapport sur le calcul de stabilité

1. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent Règlement traite de la stabilité au retournement des véhicules-citernes des catégories N2, N3, 03 et 04 1/ destinés au transport des marchandises dangereuses, telles qu'elles sont définies dans l'ADR. 2/

2. DEFINITIONS

Au sens du présent Règlement, on entend :

- 2.1 Par "homologation d'un véhicule" l'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne la stabilité au retournement;
- 2.2 Par "type de véhicule", des véhicules ne présentant pas entre eux de différences sur leurs caractéristiques essentielles, telles que :
- 2.2.1 la catégorie (voir par. 1 ci-dessus) et le type de véhicule (camion, remorque, semi-remorque, remorque à essieu(x) médian(s)); 3/
- 2.2.2 la masse maximale, telle qu'elle est définie au paragraphe 2.4 ci-dessous;
- 2.2.3 la section transversale de la citerne (circulaire, elliptique, maxi-volume);
- 2.2.4 la hauteur maximale du centre de gravité du véhicule chargé;
- 2.2.5 la répartition de la masse entre les essieux (y compris le dispositif d'attelage);
- 2.2.6 le nombre et la disposition des essieux (y compris l'espacement des essieux);
- 2.2.7 l'aménagement de la suspension eu égard aux caractéristiques de roulis;
- 2.2.8 les cotes et la structure des pneumatiques (radiale ou diagonale);

1/ Catégories N et O telles que définies dans l'annexe 7 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2).

2/ Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR).

3/ Catégorie de véhicule tel que défini dans l'annexe 7 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2).

- 2.2.9 la voie de chaque essieu;
- 2.2.10 l'empattement.
- 2.3 Par "véhicule en charge", sauf autre mention, un véhicule chargé à sa "masse maximale";
- 2.4 Par "masse maximale", la masse maximale techniquement admissible déclarée par le constructeur du véhicule (qui peut être supérieure à la "masse maximale admissible" fixée par l'autorité nationale);
- 2.5 Par "répartition de la masse entre les essieux", la part de masse maximale admissible supportée par chaque essieu, selon les indications du constructeur;
- 2.6 Par "hauteur nominale de la suspension", la distance entre le centre de la roue et un point donné du châssis, selon les indications du constructeur.
3. DEMANDE D'HOMOLOGATION
- 3.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne la stabilité au retournement doit être présentée par le constructeur du véhicule 4/ ou son mandataire accrédité.
- 3.2 Elle doit être accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des renseignements suivants :
- 3.2.1 description détaillée du type de véhicule en ce qui concerne les points énumérés au paragraphe 2.2 ci-dessus. Les numéros et/ou symboles d'identification du type de véhicule doivent être indiqués;
- 3.2.2 photographies et/ou plans et croquis du véhicule représentant le véhicule de ce type en élévation avant, latérale et arrière;
- 3.2.3 indication de la masse du véhicule, telle qu'elle est définie au paragraphe 2.4 ci-dessus.
- 3.3 Un véhicule représentatif du type de véhicule homologué doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation.
4. HOMOLOGATION
- 4.1 Si le véhicule présenté à l'homologation en application du présent Règlement satisfait aux dispositions du paragraphe 5 ci-dessous, l'homologation pour ce type de véhicule est accordée.
- 4.2 Chaque homologation comporte l'attribution d'un numéro d'homologation dont les deux premiers chiffres (dans le cas présent 00 pour le Règlement sous sa forme initiale) indiquent la

4/ Constructeur du véhicule de base ou assembleur final du véhicule-citerne.

série d'amendements correspondant aux plus récentes modifications techniques importantes apportées au Règlement à la date de délivrance de l'homologation. La même Partie contractante ne doit pas attribuer ce numéro à un autre type de véhicule.

- 4.3 L'homologation ou l'extension ou le refus ou le retrait de l'homologation ou l'arrêt définitif de la production d'un type de véhicule en application du présent Règlement est notifié aux Parties contractantes à l'Accord appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche conforme au modèle de l'annexe 1 ci-après et de photographies et/ou plans ou croquis fournis par le demandeur de l'homologation, à un format ne dépassant pas A4 (210 x 287 mm) ou pliés à ce format et à une échelle appropriée.
- 4.4 Sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent Règlement, il doit être apposé de manière bien visible, en un endroit facilement accessible indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale composée :
- 4.4.1 d'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre E suivie du numéro distinctif du pays ayant délivré l'homologation; 5/
- 4.4.2 du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre R, d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à la droite du cercle mentionné au paragraphe 4.4.1.
- 4.5 Si le véhicule est conforme à un type de véhicule homologué en vertu d'un ou de plusieurs autres règlements annexés à l'Accord dans le pays qui a accordé l'homologation en vertu du présent

5/ 1 pour l'Allemagne, 2 pour la France, 3 pour l'Italie, 4 pour les Pays-Bas, 5 pour la Suède, 6 pour la Belgique, 7 pour la Hongrie, 8 pour la République tchèque, 9 pour l'Espagne, 10 pour la Yougoslavie, 11 pour le Royaume-Uni, 12 pour l'Autriche, 13 pour le Luxembourg, 14 pour la Suisse, 15 (libre), 16 pour la Norvège, 17 pour la Finlande, 18 pour le Danemark, 19 pour la Roumanie, 20 pour la Pologne, 21 pour le Portugal, 22 pour la Fédération de Russie, 23 pour la Grèce, 24 pour l'Irlande, 25 pour la Croatie, 26 pour la Slovénie, 27 pour la Slovaquie, 28 pour le Bélarus, 29 pour l'Estonie, 30 (libre), 31 pour la Bosnie-Herzégovine, 32 pour la Lettonie, 33 (libre), 34 pour la Bulgarie, 35 et 36 (libres), 37 pour la Turquie, 38 et 39 (libres), 40 pour l'ex-République yougoslave de Macédoine, 41 (libre), 42 pour la Communauté européenne (Les homologations sont accordées par les Etats membres qui utilisent leurs propres marques CEE), 43 pour le Japon, 44 (libre), 45 pour l'Australie et 46 pour l'Ukraine. Les numéros suivants seront attribués aux autres pays selon l'ordre chronologique de ratification de l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions, ou de leur adhésion à cet Accord et les chiffres ainsi attribués seront communiqués par le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies aux Parties contractantes à l'Accord.

Règlement, le symbole prescrit au paragraphe 4.4.1 n'a pas à être répété; dans ce cas, les numéros de règlements et d'homologation ainsi que les symboles additionnels, pour tous les règlements en vertu desquels l'homologation a été accordée dans ce même pays doivent être placés en colonnes verticales à droite du symbole prescrit au paragraphe 4.4.1.

- 4.6 La marque d'homologation doit être lisible et indélébile.
- 4.7 La marque d'homologation est apposée sur la plaque signalétique du véhicule ou juste à côté.
- 4.8 L'annexe 2 du présent Règlement donne des exemples de marques d'homologation.
5. PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES ESSAIS
- 5.1 Le véhicule doit être soumis :
- 5.1.1 à un essai sur plate-forme basculante exécuté conformément à l'annexe 3 du présent Règlement, conçu pour simuler le comportement en virage à rayon constant sans oscillations; ou alors
- 5.1.2 à une série de calculs selon la méthode présentée à l'annexe 4 du présent Règlement. En cas de doute ou de litige il faudra procéder à l'essai sur plate-forme basculante.
- 5.2 Les résultats de l'essai sur plate-forme basculante ou des calculs sont considérés comme satisfaisants si les conditions énoncées aux paragraphes 5.3 et 5.4 ci-dessous sont respectées.
- 5.3 Critères de stabilité
- 5.3.1 Le comportement du véhicule, déterminé conformément aux dispositions de l'annexe applicable (annexe 3 ou 4) du présent Règlement, doit satisfaire à l'un des critères suivants, sous réserve du paragraphe 5.1.2 :
- 5.3.1.1 Essai sur plate-forme basculante :
- La stabilité du véhicule lors de l'essai statique doit être telle qu'il n'y ait pas renversement du véhicule pour un angle de dévers de la plate-forme de 23°, dans les deux sens.
- Si le véhicule ne satisfait pas à l'un des trois essais pour une direction donnée (droite ou gauche) il peut être soumis à un (nouvel) essai supplémentaire.
- 5.3.1.2 Méthode de calcul :
- La stabilité du véhicule doit être telle qu'il n'y ait pas renversement pour une accélération latérale stabilisée de 4 m/s².

5.4 Prescriptions particulières

Il ne doit pas se produire de contact entre des éléments du véhicule qui ne sont pas censés se toucher dans des conditions normales d'utilisation.

6. MODIFICATION DU TYPE DE VEHICULE ET EXTENSION DE L'HOMOLOGATION

6.1 Toute modification concernant le type de véhicule défini au paragraphe 2.2 ci-dessus (par exemple le châssis, la carrosserie, la suspension ou la configuration des essieux, etc.) doit être signalée au service administratif ayant homologué le type de véhicule. Celui-ci peut alors :

6.1.1 soit considérer que les modifications apportées ne sont pas telles qu'elles puissent avoir un effet défavorable important et qu'en tout cas le véhicule continue de satisfaire aux prescriptions;

6.1.2 soit exiger un nouveau procès-verbal d'essai délivré par le service technique chargé des essais.

6.2 La confirmation ou le refus de l'homologation, avec l'indication des modifications, doit être notifié aux Parties contractantes à l'Accord appliquant le Règlement selon la procédure indiquée au paragraphe 4.3 ci-dessus.

6.3 L'autorité compétente délivrant une extension de l'homologation doit attribuer un numéro de série à chaque fiche de communication établie pour une extension et en informer les autres Parties par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 2 au présent Règlement.

7. CONFORMITE DE LA PRODUCTION

Les procédures de conformité de la production doivent être conformes à celles définies dans l'appendice 2 de l'Accord (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) et satisfaire aux prescriptions suivantes :

7.1 tout véhicule homologué en application du présent Règlement doit être construit de façon à être conforme au type homologué et satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5 ci-dessus;

7.2 l'autorité compétente qui a accordé l'homologation de type peut à tout moment vérifier les méthodes de contrôle de la conformité appliquées dans chaque unité de production. La fréquence normale de ces vérifications sera d'une fois tous les deux ans.

8. SANCTIONS POUR NON-CONFORMITE DE LA PRODUCTION

8.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule en application du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions énoncées au paragraphe 7.1 ci-dessus ne sont pas respectées, ou si le ou les véhicules sélectionnés n'ont pas subi de manière satisfaisante les contrôles mentionnés au paragraphe 7.2 ci-dessus.

8.2 Si une Partie contractante à l'Accord appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle avait accordée, elle doit en aviser immédiatement les autres Parties contractantes appliquant le Règlement par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

9. ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION

Si le titulaire de l'homologation interrompt définitivement la fabrication d'un type de véhicule homologué en vertu du présent Règlement, il doit en informer l'autorité ayant délivré l'homologation, qui, à son tour, en avisera les autres Parties à l'Accord de 1958 appliquant le présent Règlement, par l'envoi d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

10. NOMS ET ADRESSES DES SERVICES TECHNIQUES CHARGES DES ESSAIS D'HOMOLOGATION ET DES SERVICES ADMINISTRATIFS

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

Annexe 1

COMMUNICATION

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

émanant de : Nom de l'administration:
.....
.....
.....



concernant : 2/ DELIVRANCE D'UNE HOMOLOGATION
EXTENSION D'HOMOLOGATION
REFUS D'HOMOLOGATION
RETRAIT D'HOMOLOGATION
ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION

d'un type de véhicule en ce qui concerne sa stabilité au retournement,
déterminée lors d'un essai statique/d'un essai en virage à rayon constant,
en application du Règlement No 111

Homologation No ...

Extension No ...

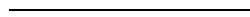
1. Marque de fabrication ou de commerce du véhicule :
2. Catégorie du véhicule : N2/N3/03/04 2/
3. Type du véhicule :
- 3.1 châssis : marque, modèle, type :
- 3.2 citerne : marque, modèle :
- 3.3 citerne monocoque : Oui/Non 2/
4. Nom et adresse du constructeur :
5. Le cas échéant, nom et adresse du mandataire du constructeur :
.....
6. Masse du véhicule :
- 6.1 masse maximale du véhicule :
- 6.2 masse de la citerne en charge :
- 6.3 répartition de la masse maximale entre les essieux :
- 6.4 dans le cas d'une semi-remorque ou d'une remorque à essieu(x)
médián(s), charge statique sur l'attelage :

- 7. Section transversale de la citerne :
circulaire/elliptique/maxi-volume 2/
- 8. Hauteur du centre de gravité du véhicule en charge :
- 9. Essieux :
- 9.1 nombre et disposition des essieux (y compris l'espacement
des essieux) :
- 9.2 aménagement de la suspension eu égard aux caractéristiques de
roulis :
- 9.3 hauteur nominale de la suspension et emplacement du repère 3/ :
.
- 9.4 cotes et structure des pneumatiques (radiale/diagonale) 2/ :
.
- 9.5 voie de chaque essieu :
- 10. Empattement :
- 11. Conditions d'essai :
- 11.1 masse du véhicule lors de l'essai :

Essieu No	Charge (en kg)
TOTAL	

- 11.2 force exercée sur la sellette d'attelage du tracteur ou sur
l'attelage de la remorque à essieu(x) médian(s) :
- 11.3 coefficient de remplissage de la charge d'essai (% de remplissage
de la citerne) :
- 11.4 charge d'essai (eau, etc.) :
- 12. Véhicule présenté à l'homologation le :
- 13. Service technique chargé des essais d'homologation :
.
- 14. Date du procès-verbal délivré par ce service :
- 15. Numéro du procès-verbal délivré par ce service :

- 16. Essai sur plate-forme basculante/méthode de calcul 2/.
- 17. L'homologation est accordée/refusée/étendue/retirée 2/.
- 18. Emplacement de la marque d'homologation sur le véhicule :
.
- 19. Lieu :
- 20. Date :
- 21. Signature :
- 22. La liste des documents déposés auprès du Service administratif qui a délivré l'homologation est annexée à la présente communication. Ces documents peuvent être obtenus sur demande.



1/ Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement relatives à l'homologation).

2/ Biffer les mentions inutiles.

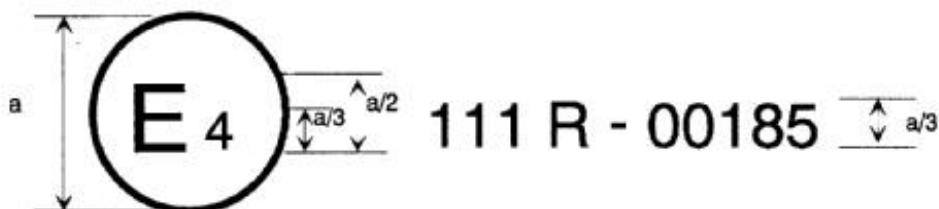
3/ Si le véhicule est muni d'un système de réglage de la hauteur, veuillez l'indiquer.

Annexe 2

EXEMPLES DE MARQUES D'HOMOLOGATION

Modèle A

(Voir le paragraphe 4.5 du présent Règlement)

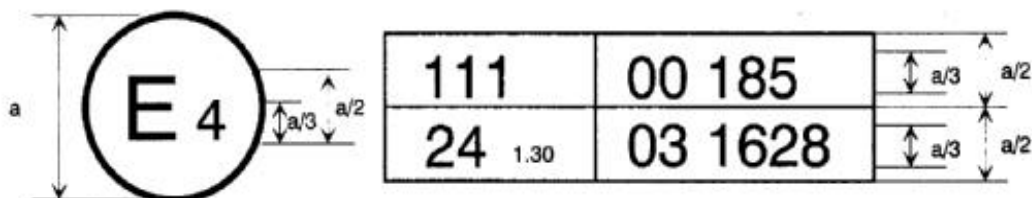


$a \geq 8 \text{ mm min}$

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué aux Pays-Bas (E4) en ce qui concerne sa stabilité au retournement, en vertu du Règlement No 111. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation indiquent que l'homologation a été délivrée conformément aux dispositions du Règlement No 111 sous sa forme originale.

Modèle B

(Voir le paragraphe 4.6 du présent Règlement)



$a \geq 8 \text{ mm min}$

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué aux Pays-Bas (E4) en vertu des Règlements Nos 111 et 24 */. (Dans le cas de ce dernier, le symbole additionnel qui suit le numéro de Règlement indique que le coefficient d'absorption corrigé est de $1,30 \text{ m}^{-1}$.) Les deux premiers chiffres des numéros d'homologation indiquent que l'homologation a été délivrée conformément aux dispositions du Règlement No 111 sous sa forme originale et du Règlement No 24 incluant la série 03 d'amendements.

*/ Ce deuxième numéro est seulement donné à titre d'exemple.

Annexe 3

ESSAI STATIQUE SUR PLATE-FORME BASCULANTE

1. DEFINITIONS

Aux fins du présent essai, on entend :

par "seuil de retournement", l'instant où toutes les roues situées du même côté du véhicule perdent contact avec la surface de la plate-forme basculante.

2. DISPOSITIONS GENERALES

2.1 Plate-forme basculante

Il faut utiliser une surface rigide. Les pneumatiques peuvent être calés contre un bloc ou un rebord de sécurité pour éviter le ripage latéral, à condition que le bloc de sécurité ne fausse pas les résultats de l'essai.

2.2 Vitesse du vent

Si la plate-forme basculante est installée en plein air, la vitesse du vent ne doit pas dépasser 3 m/s si celui-ci souffle latéralement par rapport au véhicule, ou 5 m/s s'il souffle d'une autre direction.

2.3 Pneumatiques

Les pneumatiques doivent être gonflés aux pressions prescrites par le constructeur du véhicule pour le véhicule soumis à l'essai, en condition de charge. La pression de gonflage sera mesurée à froid, avec une tolérance de $\pm 2\%$.

2.4 Organes de fonctionnement

2.4.1 Tous les organes de fonctionnement du véhicule susceptibles d'influer sur les résultats de l'essai (état et réglage des ressorts et autres organes de suspension, réglage géométrique de la suspension, etc.) doivent être conformes aux spécifications du constructeur.

2.4.2 Les systèmes de correction de hauteur doivent être rendus inopérants pendant l'essai pour éviter un gonflage ou dégonflage des éléments de suspension au cours de ce dernier. S'il existe des systèmes d'équilibrage latéral, ils devront être mis hors fonction, sauf s'il s'agit de systèmes ayant un temps de réponse très court, inférieur à 1 s.

3. PRECISION DES MESURES

3.1 L'angle d'inclinaison de la plate-forme basculante doit être mesuré avec une précision supérieure à $0,3^\circ$.

4. VEHICULES AUTRES QUE DES VEHICULES A MOTEUR

4.1 Si le véhicule est une remorque à essieu(x) médian(s), il peut être soumis à l'essai attelé à un véhicule à moteur. Tout véhicule à moteur substitut ou support ayant un système d'attelage et une hauteur appropriés peut être utilisé, les résultats d'essai n'en étant pas faussés.

4.2 Si le véhicule est une semi-remorque, il doit être soumis à l'essai attelé à un tracteur ou à un substitut. Le tracteur/substitut influera sur les résultats d'essai. Il conviendra donc d'utiliser un [tracteur/substitut de référence].

5. CONDITIONS DE CHARGE DU VEHICULE

Lors de l'essai, le véhicule doit normalement être chargé à sa masse maximale. On entend par là un véhicule-citerne complètement chargé, sans cependant que la masse maximale admissible ni les masses maximales admissibles par roue soient dépassées.

Si le chargement normal du véhicule-citerne est une marchandise classée dangereuse, celle-ci peut être remplacée par de l'eau ou un chargement équivalent non dangereux. Si les conditions normales d'essai, a) complètement chargé ou b) masse maximale, ne peuvent être réunies avec cette charge d'essai, alors :

a) un coefficient de remplissage de 100 % à 70 % de la citerne est acceptable. Si, pour le coefficient de remplissage minimal de 70 %, la masse totale et/ou la force exercée sur les essieux restent supérieures à la masse maximale admissible et à la force maximale admissible exercée sur les essieux, il faut retenir une charge d'essai de densité moindre.

La répartition de la masse de la citerne (y compris la charge d'essai) entre les essieux doit être proportionnelle aux conditions en charge maximale.

Les citernes à compartiments doivent faire l'objet d'un chargement différencié de manière que la hauteur du centre de gravité à chaque essieu ou groupe d'essieux soit aussi proche que possible de celle du centre de gravité réel.

b) le constructeur du véhicule 1/ doit indiquer une méthode de calcul pour déterminer un nouvel angle d'inclinaison maximale de la plate-forme basculante applicable pour la charge d'essai inférieure.

6. MESURES DE SECURITE

Afin d'éviter un renversement complet du véhicule, il faut prévoir des moyens de retenir celui-ci mais ils ne doivent pas influencer sur les résultats de l'essai.

1/ Constructeur du véhicule de base ou assembleur final du véhicule-citerne.

7. MODE OPERATOIRE

La méthode consiste à accroître très progressivement l'angle d'inclinaison de la plate-forme jusqu'à ce que l'on ait atteint l'angle maximal prescrit, ou que le véhicule commence à se renverser. Le véhicule est soumis à l'essai avec tous les éléments en ligne droite parallèle à l'axe de la plate-forme basculante de manière qu'aucune ligne longitudinale médiane d'essieu ne soit décalée de plus de 25 mm.

Tous les essieux manoeuvrables du véhicule doivent être bloqués de manière à empêcher tout déplacement latéral d'essieu et/ou que les roues ne se braquent dans une direction. D'autre part, le véhicule doit être immobilisé dans le sens longitudinal de manière à empêcher tout déplacement vers l'avant ou vers l'arrière, à condition que la méthode d'immobilisation n'influe pas sur les résultats de l'essai.

Le véhicule doit être incliné à des taux très faibles, de 0,25 °/s voire moins. Il doit être incliné progressivement trois fois aussi bien vers la droite que vers la gauche de son axe longitudinal médian. Compte tenu de l'influence des effets de non-progressivité et d'hystérésis des organes élastiques et d'accouplement du véhicule, on doit descendre celui-ci de la plate-forme entre les essais et lui faire accomplir un parcours destiné à neutraliser les effets de frottement et d'hystérésis.

Annexe 4

CALCUL DE LA STABILITE LATERALE

1. INTRODUCTION

On détermine par calcul la stabilité latérale des véhicules-citernes en simulant un essai sur piste circulaire en conditions stabilisées (rayon constant et vitesse constante, donc accélération latérale constante). La méthode de calcul tient compte des principaux facteurs influant sur la stabilité, tels que hauteur du centre de gravité, voie du véhicule et tous les facteurs qui influent sur un déplacement latéral du centre de gravité (résistance au roulis des essieux, résistance au roulis de la suspension, etc.).

Dans le cas des semi-remorques, le comportement du tracteur sera simulé par une résistance au roulis de référence au pivot d'attelage.

Les hypothèses sur lesquelles repose la méthode de calcul sont les suivantes :

1. le centre de roulis des essieux est au niveau du sol;
2. la structure du véhicule est censée être rigide;
3. le véhicule est symétrique par rapport à son axe médian longitudinal;
4. la déformation des pneus et de la suspension sont linéaires;
5. la déformation latérale des suspensions est égale à zéro.

2. DEFINITIONS

Aux fins du calcul :

On entend par "bogie" un groupe d'essieux doté d'un système de répartition des charges, tel qu'une charge nulle soit obtenue simultanément sur toutes les roues d'un même côté.

3. SYMBOLES (voir aussi la figure 1)

- | | | |
|------------------|-----------|--|
| i | (-) | = indice de l'essieu ou du bogie
(i = 1 - n, essieu ou bogie avant à -;
i = T, tous les essieux ou bogies;
i = M, essieu ou bogie ayant la plus forte
résistance au roulis;
dans le cas des semi-remorques seulement,
i = K, pivot d'attelage) |
| m _i | (m) | = hauteur nominale du centre de roulis de la
suspension |
| A _i | (kN) | = charge sur l'essieu ou le bogie |
| C _{DGi} | (kNm/rad) | = résistance au roulis de la suspension au
centre de roulis de l'essieu |

C_{DGMi}	(kNm/rad)	=	résistance équivalente au roulis de la suspension au niveau du sol
C_{DRi}	(kNm/rad)	=	résistance au roulis de l'essieu ou le bogie
C_{DRESi}	(kNm/rad)	=	résistance au roulis combinée résolue de la suspension au niveau du sol
F_{RVi}	(kN/m)	=	flexibilité verticale du pneu pour chaque essieu ou bogie (y compris l'effet double des pneus jumelés)
U_i	(kN)	=	masse non suspendue
T_{Ni}	(m)	=	voie nominale
T_i	(m)	=	voie théorique pour un essieu ou bogie à pneus jumelés
F_E	(-)	=	facteur de masse effectif de l'essieu ou du bogie ayant la plus forte résistance au roulis
H_G	(m)	=	hauteur du centre de gravité du véhicule complet
H_N	(m)	=	hauteur du centre de gravité de la masse suspendue
MA	(m)	=	largeur des pneus jumelés
q_c	g	=	accélération latérale corrigée au point de retournement
q_M	g	=	accélération latérale au décollement de la première roue
q_T	g	=	accélération latérale maximale optimale au point de retournement
g	(m/s ²)	=	accélération de la pesanteur; g = 9,81 m/s ²
θ_i	(rad)	=	pseudo-angle de roulis du véhicule au décollement de la roue
$\$$	(deg)	=	angle équivalent d'inclinaison de la plate-forme

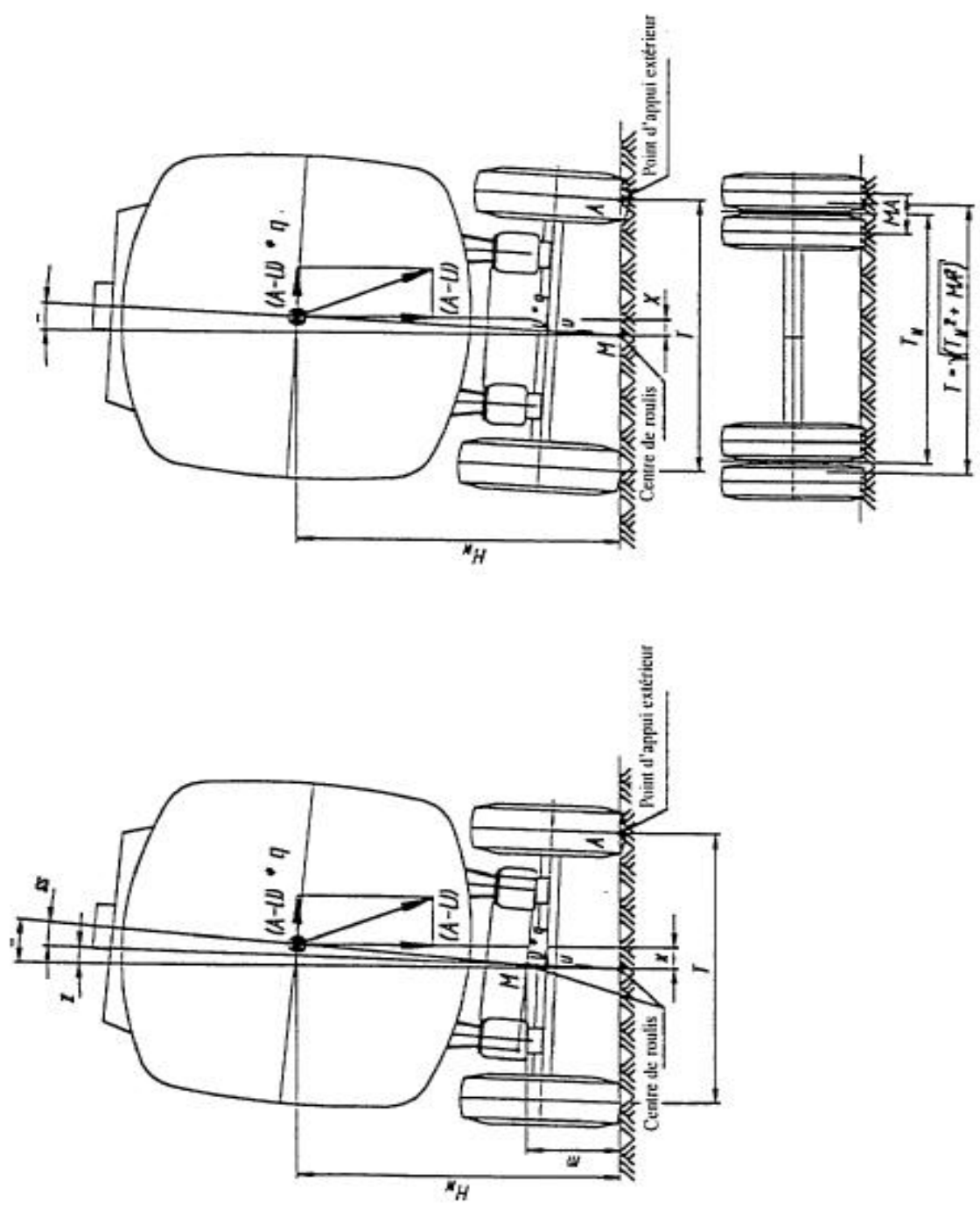


Figure 1 : Coupe transversale du véhicule-citerne

4. DISPOSITIONS GENERALES

Les systèmes de correction de hauteur doivent être mis hors fonction.

5. REMORQUES

5.1 Si la remorque est une remorque à essieux espacés, ou une remorque à essieu central, il n'est pas nécessaire de tenir compte dans le calcul des effets de l'attelage avec le véhicule tracteur.

5.2 Si la remorque est une semi-remorque, le comportement du tracteur est simulé par une résistance au roulis de référence au pivot d'attelage, qui représente l'inclinaison en roulis au niveau du sol due à la suspension, aux pneus, au châssis et à la sellette d'attelage du tracteur.

6. CONDITIONS DE CHARGE DU VEHICULE

Pour l'essai, le véhicule doit être à sa charge maximale. Cet état s'entend d'un véhicule-citerne chargé mais ne dépassant pas la masse maximale autorisée, ni les charges maximales autorisées par roue.

7. METHODE DE CALCUL

7.1 Pour le calcul de la résistance au roulis combiné et du pseudo-angle du roulis du véhicule au soulèvement d'une roue pour chaque essieu ou bogie, on applique les formules suivantes :

7.1.1 essieu ou bogie à pneus simples :

résistance au roulis de l'essieu ou du bogie :

$$C_{DRI} = \frac{F_{Rvi} \times T_{Ni}^2}{2}$$

résistance équivalente au roulis de la suspension au niveau du sol:

$$C_{DGMi} = C_{DGi} \times \left[\frac{H_N}{H_N - m} \right]^2$$

résistance au roulis combinée simulant le déplacement latéral du centre de gravité :

$$C_{DRESi} = \frac{C_{DGMi} \times C_{DRI}}{C_{DGMi} + C_{DRI}}$$

pseudo-angle de roulis du véhicule au soulèvement d'une roue :

$$\theta_i = \frac{A_i \times T_{Ni}}{2 \times C_{DRESi}}$$

7.1.2 essieu ou bogie à pneus jumelés :

voie théorique pour des pneus jumelés :

$$T_i = \sqrt{T_{Ni}^2 + MA^2}$$

résistance au roulis de l'essieu
ou du bogie :

$$C_{DRi} = \frac{F_{Rvi} \times T_i^2}{2}$$

résistance équivalente au roulis
de la suspension au niveau du sol :

$$C_{DGMi} = C_{DGi} \times \left[\frac{H_N}{H_N - m} \right]^2$$

résistance au roulis combinée
simulant le déplacement latéral
du centre de gravité :

$$C_{DRESi} = \frac{C_{DGMi} \times C_{DRi}}{C_{DGMi} + C_{DRi}}$$

pseudo-angle de roulis du véhicule
au décollement de la roue :

$$\theta_i = \frac{A_i \times T_i}{2 \times C_{DRESi}}$$

- 7.2 Dans le cas des semi-remorques, pour le calcul des effets dus au pivot d'attelage, on applique les formules suivantes :

voie :

$$T_K = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

résistance au roulis :

$$C_{DRESK} = A_K \times 4$$

- 7.3 Après avoir calculé la résistance au roulis combinée globale et le pseudo-angle de roulis pour chaque essieu ou bogie, on détermine les paramètres totaux pour le véhicule complet :

masse totale du véhicule 1/ :

$$A_T = \sum_{i=1}^n A_i + A_K$$

1/ Utiliser seulement la deuxième partie de la formule pour les semi-remorques.

masse non suspendue totale :

$$U_T = \sum_{i=1}^n U_i$$

voie effective $\underline{1}$:

$$T_T = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i \times A_i)}{A_T} + \frac{T_K \times A_K}{A_T}$$

résistance au roulis totale $\underline{1}$:

$$C_{DREST} = \sum_{i=1}^n C_{DRESi} + C_{DRESK}$$

7.4 Choisir l'essieu ou le bogie ayant la plus faible valeur de θ , c'est-à-dire celui où se produira en premier le décollement d'une roue. Pour distinguer cet essieu ou ce bogie des autres essieux ou bogies, on lui attribue les symboles suivants :

- A_M = charge sur essieu de l'essieu ou du bogie ayant la plus faible valeur θ
- U_M = masse non suspendue de l'essieu ou du bogie ayant la plus faible valeur θ
- T_M = voie de l'essieu ou du bogie ayant la plus faible valeur θ
- C_{DRESM} = résistance au roulis de l'essieu ou du bogie ayant la plus faible valeur θ

7.5 Calcul de la stabilité latérale

7.5.1 Facteur de masse effectif de l'essieu ou du bogie ayant la plus grande résistance au roulis F_E :

$$F_E = \frac{C_{DRESM}}{C_{DREST}}$$

7.5.2 Accélération latérale au décollement de la première roue q_M :

$$q_M = \frac{A_M \times T_M}{2 \times [(F_E \times A_T \times H_G) + \frac{((A_T - U_T) \times F_E \times H_N)^2}{C_{DRESM} - (A_T \times F_E \times H_N)}]}$$

7.5.3 Accélération latérale théorique optimale maximale au point de retournement q_T :

$$q_T = \frac{A_T \times T_T}{2 \times [(A_T \times H_G) + \frac{((A_T - U_T) \times H_N)^2}{C_{DREST} - (A_T \times H_N)}]}$$

7.5.4 Par interpolation linéaire entre l'accélération latérale au décollement de la première roue et l'accélération latérale théorique maximale, on obtient l'accélération latérale corrélée au point de retournement q_c :

$$q_c = q_T - (q_T - q_M) \times \frac{A_M}{A_T}$$

Annexe 4 - Appendice

RAPPORT SUR LE CALCUL DE STABILITE

1. Marque de fabrique ou de commerce du véhicule :
2. Type de véhicule :
3. Constructeur :
4. Hauteur du centre de gravité de la masse suspendue :
5. Masse non suspendue de tous les essieux :
6. Hauteur nominale du centre de roulis de la suspension de tous les essieux :
7. Résistance au roulis de la suspension de tous les essieux :
8. Flexibilité verticale du pneu (y compris l'effet double des pneus jumelés) :
9. Dans le cas de pneus jumelés, largeur des pneus jumelés :
10. Résultat du calcul : $q_c =$
11. Service technique ayant exécuté les calculs :
12. Date :
13. Signature :
