



**Conseil Économique
et Social**

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/WP.15/1999/51
27 août 1999

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Groupe de travail des transports
de marchandises dangereuses

(Soixante-septième session,
Genève, 8-12 novembre 1999)

PROPOSITION D'AMENDEMENT AUX ANNEXES A ET B DE L'ADR

**Introduction d'autres prescriptions relatives à la protection
contre l'endommagement**

Marginaux 21x 100 et 21x 127 (5) de l'ADR

Transmis par le Gouvernement allemand

Proposition

1. Ajouter le texte suivant après la première phrase des marginaux 21x 100 :

Pour tenir compte du progrès scientifique et technique, les prescriptions techniques du présent appendice peuvent être remplacées par d'autres prescriptions offrant un niveau de sécurité d'emploi au moins égal à celui des prescriptions du présent appendice quant à la compatibilité avec les matières transportées et la capacité de la citerne fixe (véhicule-citerne), de la citerne démontable ou du véhicule-batterie [conteneur-citerne] à résister [aux chocs, aux charges et au feu]. Les citernes construites selon ces autres prescriptions doivent être agréées par les autorités compétentes.

2. Supprimer les paragraphes 1. et 4. du marginal 21x 127 (5) b).

GE.99-23288 (F)

3. En conséquence, l'ancien paragraphe 2. du marginal 211 127 (5) b) devient maintenant le paragraphe 1., tandis que l'ancien paragraphe 3. devient le paragraphe 2.

4. Ajouter au marginal 211 127 (5) b) un nouveau paragraphe libellé comme suit :

3. Ces réservoirs ou ces citernes (réservoirs munis d'équipements de service et de structure) offrent en outre un niveau de sécurité d'emploi au moins égal à celui des prescriptions du marginal 211 127 (3), conformément au marginal 211 100. L'évaluation du niveau de sécurité doit se faire par rapport à une citerne dont les propriétés fondamentales sont les suivantes :

- Matériau : acier doux de référence
- Épaisseur des parois : 6 mm
- Pression de calcul : 0,4 MPa
- Capacité : $\geq 30\ 000\ l$
- Sans renforcements tels que cloisons, brise-flots, anneaux de renforcement, etc.

et doit conduire à un niveau de sécurité au moins égal à 1,5 fois celui de la citerne susmentionnée. Cette évaluation doit être agréée par les autorités compétentes [ou doit se référer à la norme EN XXXX:XXXX].

5. La dernière phrase du marginal 211 127 (5) b) actuel - "Pour les citernes démontables, on peut renoncer à cette protection lorsqu'elles sont protégées de tout côté par les ridelles du véhicule porteur" - demeure également la dernière phrase de la nouvelle formulation du marginal 211 127 (5) b).

6. Ajouter au marginal 212 127 (5), avant le marginal 212 127 (6), un nouveau paragraphe libellé comme suit :

La protection visée au paragraphe (4) peut aussi consister en des mesures relatives au réservoir ou à la citerne qui assurent un niveau de sécurité d'emploi au moins égal à celui des prescriptions du marginal 212 127 (3), conformément au marginal 212 100. L'évaluation du niveau de sécurité doit se faire par rapport à une citerne dont les propriétés fondamentales sont les suivantes :

- Matériau : acier doux de référence
- Épaisseur des parois : 6 mm
- Pression de calcul : 0,4 MPa
- Capacité : $\geq 30\ 000\ l$
- Sans renforcements tels que cloisons, brise-flots, anneaux de renforcement, etc.

et doit conduire à un niveau de sécurité au moins égal à 1,5 fois celui de la citerne susmentionnée. Cette évaluation doit être agréée par les autorités compétentes [ou doit se référer à la norme EN XXXX:XXXX].

Justification

Lorsque le réservoir possède une protection, l'épaisseur de base prescrite des parois en acier doux de 6 ou 5 mm peut être réduite en proportion de la protection assurée (la réduction maximale en ce qui concerne l'acier doux étant de 2 mm - voir les marginaux 21x 127 (3) et (4)). En principe, la réduction de l'épaisseur des parois n'est autorisée que si l'épaisseur restante des parois et la protection ajoutée permettent d'atteindre un niveau de sécurité équivalent à celui de l'épaisseur non réduite des parois du réservoir. En d'autres termes, l'épaisseur restante des parois couplée à la protection ajoutée doit offrir un niveau de sécurité au moins égal à celui de l'épaisseur non réduite des parois.

La diminution du niveau de sécurité, due à la réduction de l'épaisseur des parois des véhicules-citernes, ne peut être complètement compensée que par des conceptions à paroi double de caractéristiques bien définies (isolation par le vide ou couche intermédiaire de matières solides - voir le marginal 211 127 (5) b) 2. et 3. de l'ADR actuel, par exemple).

Mais le couplage du matériau et de l'épaisseur des parois n'est que l'un des points importants de l'ensemble des mesures qui ont une incidence sur le niveau global de sécurité d'un certain type de citerne, dans la mesure où une citerne réellement résistante aux accidents n'est toutefois pas prescrite. Le niveau de sécurité dépend entre autres non seulement :

- du choix du matériau et de l'épaisseur des parois
- du type de protection supplémentaire

mais aussi :

- du comportement en cas d'accident de l'ensemble de la structure
- de l'incidence des détails de la conception (équipements, par exemple)
- de la quantité de matières libérées au cours d'un éventuel accident
- des propriétés ou des caractéristiques dangereuses des matières libérées

et même :

- du niveau de sécurité du véhicule (par exemple, concernant la stabilité à l'inclinaison).

La diminution du niveau de sécurité, due à la réduction de l'épaisseur des parois, peut donc être compensée non seulement par des mesures qui sont liées aux parois de la citerne, mais aussi par des mesures qui renforcent la structure de l'ensemble de la citerne, en éliminant les effets d'une mauvaise conception ou des équipements de service faibles, et sont complétées par des connaissances sur le comportement en cas d'accident de l'ensemble de la citerne et de ses composants.

Certaines de ces idées ont déjà été examinées par le passé pour les conteneurs-citernes. La perte des propriétés de ceux-ci due à la réduction de

l'épaisseur des parois peut complètement être compensée par une conception à paroi double d'une part, mais aussi, à un certain degré, par les propriétés de l'équipement de structure extérieur d'autre part. Au moyen de cette protection structurale supplémentaire, on évite qu'un choc de grande ampleur n'endommage gravement la paroi du réservoir du conteneur-citerne (voir le marginal 211 127 (5)).

Les principes fondamentaux de la solution susmentionnée ont été également repris plus tard pour les véhicules-citernes, mais, contrairement au renforcement de la structure des conteneurs-citernes qui est indépendant du réservoir de la citerne lui-même, la protection structurale des véhicules-citernes, disposée à l'intérieur ou à l'extérieur du réservoir de la citerne, est directement liée à lui dans tous les cas. Un choc endommagera donc directement le réservoir de la citerne (voir le marginal 211 127 (5) b) 1.). Le renforcement de la structure des véhicules-citernes n'est donc pas aussi efficace que celui des conteneurs-citernes. Mais, ceci n'est pas le seul motif pour lequel la protection structurale des véhicules-citernes ne compense pas complètement la perte des propriétés des parois du réservoir due à la réduction de l'épaisseur des parois.

Un autre type de protection supplémentaire des véhicules-citernes fournit une solution qui est tout aussi incomplète que celle qui est susmentionnée. La protection supplémentaire longitudinale (ceinture) prescrite au marginal 211 127 (5) b) 4. ne compense la perte des propriétés du réservoir de la citerne due à la réduction de l'épaisseur des parois que pour un certain pourcentage de la surface du réservoir. Dans ce cas, en principe, aucune protection structurale supplémentaire ne doit être appliquée.

Pour les véhicules-citernes qui sont destinés au transport de quantités semblables de marchandises dangereuses présentant des risques identiques, l'application des différentes mesures susmentionnées relatives à la protection supplémentaire conduit à des niveaux de sécurité de ces véhicules-citernes qui sont différents.

Dans cette situation, il est recommandable d'introduire un système qui permette toutes les compensations possibles pour la réduction de l'épaisseur des parois, à savoir

- directes, en renforçant les propriétés du réservoir de la citerne
- indirectes, en augmentant le niveau de sécurité de l'ensemble de la citerne.

Les solutions susmentionnées qui ne permettent pas de compenser la perte des propriétés des parois du réservoir relatives à la réduction de leur épaisseur peuvent entièrement faire partie des mesures destinées à augmenter le niveau de sécurité de l'ensemble de la citerne.

Les évaluations de la sécurité des citernes à l'avenir doivent être orientées sur le niveau de sécurité de la citerne dans son ensemble.

Le niveau de base de sécurité doit être indirectement défini en fixant un ensemble de caractéristiques d'une citerne de référence qui peut être considérée comme représentant une solution suffisamment sûre pour le transport

d'une certaine quantité de marchandises dangereuses ayant certaines propriétés dangereuses.

La proposition allemande apporte une solution qui indique comment les caractéristiques d'une citerne (de niveau de sécurité suffisant) peuvent être fixées.

En conséquence, les citernes ne peuvent être mises en service que si elles ont le même niveau de sécurité que celui de la citerne de référence ou un multiple de celui-ci, selon les risques des matières transportées, etc.

Afin d'appliquer cette procédure, on doit disposer d'une méthode d'évaluation des niveaux de sécurité des citernes de transport; une telle méthode est proposée à l'annexe au présent document.

Les appendices B.1a et B.1b ne doivent donc contenir que des exemples de mesures de compensation totale d'une part, et une nouvelle prescription générale relative à l'application de solutions liées au niveau de sécurité qui sont fondées sur le niveau de sécurité d'un certain type de citerne de référence d'autre part; toutes les mesures compensatoires insuffisantes doivent être supprimées.

La formulation de la proposition allemande repose sur l'ensemble des aspects susmentionnés.

À ce propos, la procédure qui figure à l'annexe du présent document et est fondée sur une citerne de référence, telle qu'elle est définie dans la proposition allemande, a déjà été appliquée avec succès depuis de nombreuses années en Allemagne, démontrant ainsi qu'elle peut réellement être appliquée pour assurer tous les types de niveaux de sécurité prescrits.

Un bref commentaire concernant le document italien TRANS/WP.15/1999/33, fondé sur la proposition allemande et sur les explications qui sont fournies dans la justification, est donné ci-après :

La proposition italienne concernant une protection supplémentaire des citernes de forme polycentrique ne conduit pas à la compensation totale pour la perte des propriétés des citernes polycentriques due à la réduction de l'épaisseur des parois. Selon l'Allemagne, la solution italienne ne peut donc pas être ajoutée aux autres exemples de protection supplémentaire à l'appendice B.1a. Les citernes polycentriques italiennes doivent donc faire l'objet d'une évaluation de leur niveau de sécurité au moyen de la méthode qui est décrite à l'annexe du présent document. S'il ressort de cette évaluation que le niveau de sécurité est suffisant, les prescriptions de l'appendice B.1a sont respectées, selon l'Allemagne, et ces citernes peuvent être utilisées sans restriction. Aucun amendement à l'appendice B.1a n'est nécessaire.

Au cours de réunions, le Groupe de travail GT 2 faisant partie du Comité technique TC 296 du CEN a débattu de la méthode d'évaluation des niveaux de sécurité des citernes de transport qui est présentée ici. Celle-ci n'a fait l'objet d'aucune décision. Suite aux débats, il a été recommandé de porter la méthode proposée à la connaissance du Groupe de travail WP.15 afin que celui-ci prenne une décision de principe.

L'Allemagne demande donc au Groupe de travail WP.15 de prendre une décision concernant sa proposition de base. Les détails de la méthode d'évaluation des niveaux de sécurité des citernes de transport doivent comme auparavant, selon l'Allemagne, faire l'objet d'une décision du Comité technique TC 296. En outre, si les propositions allemandes concernant la formule équivalente d'épaisseur des parois, l'épaisseur des parois minimale absolue et la protection arrière sont adoptées par le Groupe de travail WP.15, il pourrait être nécessaire de réviser les détails actuels de la méthode, mais cela devrait être fait par le Comité technique TC 296.

Annexe

Méthode d'évaluation des niveaux de sécurité des citernes de transport

Présentation analytique

1. Introduction

Les marginaux 21x 121 aux appendices B.1a et B.1b de l'annexe B de l'ADR stipulent que les citernes doivent résister sans déperdition du contenu aux sollicitations statiques et dynamiques qui prévalent dans les conditions normales de transport. Aucune mesure de sécurité supplémentaire n'est prescrite pour des sollicitations qui sont plus fortes que celles qui sont spécifiées (par exemple, des sollicitations dans des conditions accidentelles). Il en résulte que les défaillances des citernes dans des conditions accidentelles sont probables. Cela est confirmé dans la pratique. Dans certains cas, l'ADR peut par exemple mentionner l'application d'une pression de calcul plus élevée conformément aux prescriptions particulières pour les différentes classes (IIème partie des appendices B.1a et B.1b) afin que soit prévue une plus grande épaisseur des parois qui permette de faire face à des sollicitations accrues qui sont plus fortes que celles qui prévalent dans les conditions normales. Tel est aussi l'objet des mesures de protection qui sont appliquées aux citernes dont l'épaisseur des parois est réduite. À cause de la diversité des prescriptions de conception qui s'appliquent aux citernes de l'ADR d'usage différent, les marges de sécurité en cas de dangers ou de sollicitations réels des différentes catégories de citernes sont aussi différentes. Dans ce contexte, les divers types de conception et, pour les citernes dont l'épaisseur des parois est réduite, les autres mesures de protection supplémentaires doivent être évalués d'une manière également différenciée.

2. Principe d'évaluation

L'une des méthodes permettant d'effectuer des évaluations comparatives et quantitatives de la sécurité de l'enveloppe des citernes est présentée dans le "Rapport de recherche 203" de l'Institut fédéral de recherches et d'essais sur les matériaux (BAM) sous le titre "Niveaux de sécurité des citernes de transport". Le principe du concept est exposé ici; pour de plus amples détails, veuillez vous reporter au document joint.

À partir de la notion de "risque du transport de marchandises dangereuses" - qui peut être définie comme étant la relation entre la fréquence H avec laquelle il y a endommagement (ici, une défaillance de la citerne) et la conséquence K de l'endommagement (ici, l'étendue de l'endommagement en fonction de la quantité de matières dangereuses libérées) - on peut généralement exprimer le risque au moyen de la formule suivante :

$$R = H \cdot K.$$

Le niveau de risque de la citerne en fonction du type de conception et des équipements est obtenu à partir des quantités suivantes auxquelles sont attribuées les grandeurs caractéristiques f_x :

Pour le facteur H :

la capacité spécifique d'absorption d'énergie de la paroi de la citerne = f_1

la capacité globale d'absorption d'énergie de la structure de la citerne = f_2

la conception en matière de pression de la citerne = f_3

Pour le facteur K :

la quantité probable de marchandises dangereuses libérées au cours de la destruction de la citerne, correspondant au volume moyen d'un compartiment de la citerne = f_4 .

Le principe sur lequel l'évaluation des citernes est fondée consiste en une comparaison des valeurs de risque respectives, le niveau de référence ou de base étant celui du risque de la citerne qu'il est convenu d'appeler citerne ADR de référence, une citerne cylindrique en acier doux dont l'épaisseur des parois est de 6 mm.

3. Détermination des valeurs de risque

Pour obtenir les grandeurs caractéristiques f_1 , f_2 , f_3 et f_4 , on compare les propriétés qui se rapportent à la sécurité de la citerne avec celles de citernes ADR spécialement choisies. Ces citernes ADR servent à fixer la valeur de base ou de référence qui est employée dans la présente méthode (par exemple, la grandeur comparative pour la grandeur caractéristique f_1 - la capacité spécifique d'absorption d'énergie - est obtenue à partir de la propriété correspondante de la citerne de base, une citerne de forme cylindrique en acier doux dont l'épaisseur des parois est de 6 mm).

On remplace les grandeurs H et K dans l'équation pour le risque par les grandeurs sans dimension f_1 à f_4 , de la manière suivante :

$$R = H \cdot K = (f_1 + f_2 + f_3) \cdot f_4$$

Les grandeurs caractéristiques individuelles sont obtenues comme suit :

Grandeur caractéristique f_1 :

On obtient une grandeur comparative à partir du produit de l'épaisseur des parois, de la résistance et de l'allongement à la rupture par traction; cette grandeur est ensuite employée pour déterminer la capacité d'absorption d'énergie.

Pour la citerne de référence, $W^{**} = 60\ 000$, et l'on a :

$$f_1 = \frac{\text{grandeur comparative } W^{**} \text{ de la citerne}}{\text{grandeur comparative } W^{**} \text{ de la citerne de référence}}$$

$$f_1 = \frac{e \cdot R_m \cdot A}{60\ 000}$$

Lorsqu'un élément du réservoir a des parois d'épaisseurs différentes, la grandeur f_1 s'obtient à partir d'une épaisseur globale fictive des parois, déduite au moyen d'une méthode de superposition.

Grandeur caractéristique f_2 :

On établit une relation entre la capacité globale d'absorption d'énergie de la citerne et la capacité globale actuelle d'absorption d'énergie de la citerne de référence, une citerne cylindrique à structure renforcée qu'il est convenu d'appeler "citerne française". La citerne de référence a une capacité globale d'absorption d'énergie de 70 kNm.

$$f_2 = \frac{\text{capacité globale d'absorption d'énergie de la citerne}}{\text{capacité globale d'absorption d'énergie de la citerne de référence}}$$

$$f_2 = \frac{W_{\text{glob}}}{70}$$

La limite supérieure de la grandeur caractéristique f_2 est 1,4. Au-delà de cette valeur, la citerne serait trop rigide, de sorte que dans des conditions accidentelles de retournement de la citerne par exemple, celle-ci serait soumise à des sollicitations locales trop fortes.

Grandeur caractéristique f_3 :

La grandeur caractéristique liée à la conception en matière de pression de la citerne comporte deux termes. Le terme $f_{3\text{forme}}$ rend compte de la forme qui a été donnée à la citerne; à cause de sa conception optimale en ce qui concerne les sollicitations, on attribue à une citerne cylindrique la valeur 0,5 tandis qu'on attribue la valeur 0 aux autres formes de citerne. Le terme $f_{3\text{pression}}$ rend compte soit de la pression d'épreuve de la citerne - à partir de 4 bar, $f_{3\text{pression}} = 0,5$ - soit de la conception optimale des couvercles de trous d'homme sous certaines conditions aux limites (par exemple, étanchéité après un retournement en présence d'autres prescriptions).

$$f_3 = f_{3\text{forme}} + f_{3\text{pression}}$$

La valeur maximale de f_3 est donc égale à 1. Il n'est pas fait de comparaison avec une autre citerne dans le cas de la grandeur caractéristique f_3 .

Grandeur caractéristique f_4 :

Le volume moyen d'un compartiment de la citerne (moyenne arithmétique des volumes bruts de tous les compartiments) sert de base à l'évaluation des conséquences. On établit une relation entre le volume moyen des compartiments de la citerne et le volume optimal d'un compartiment de citerne de 7 500 l. À cause de la dimension cubique (x^3), on prend la racine cubique du quotient de manière à obtenir directement f_4 :

$$f_4 = \sqrt[3]{\frac{7500 \text{ litres}}{\text{Volume moyen d'un compartiment de la citerne}}}$$

Les grandeurs caractéristiques ainsi déterminées f_1 à f_4 peuvent maintenant être reportées dans l'équation pour le risque qui est donnée par la formule suivante :

$$R = (f_1 + f_2 + f_3) \cdot f_4$$

Parce que les mesures individuelles relatives à la conception de la citerne qui permettent d'obtenir finalement les grandeurs caractéristiques f_1 à f_4 sont d'efficacité variable, on "pondère" différemment ces grandeurs caractéristiques.

Grandeur caractéristique	Facteur de pondération
f_1	4
f_2	2
f_3	1

La grandeur caractéristique f_4 ne nécessite pas de pondération, parce qu'elle représente à elle seule et de manière absolue les conséquences de la libération de marchandises dangereuses par la citerne qui est évaluée. Après avoir attribué les facteurs de pondération susmentionnés aux grandeurs caractéristiques, on obtient la grandeur R_g qui est donnée par la formule suivante :

$$R_g = (4f_1 + 2f_2 + 1f_3) \cdot f_4$$

En divisant finalement le membre de droite de cette équation par la somme des facteurs de pondération (qui est égale à 7), on obtient le risque normalisé, à savoir le niveau de risque R_N :

$$R_N = \frac{R_g}{7}$$

Le niveau de risque facilite la comparaison en matière de sécurité des citernes entre elles, sans indiquer de manière absolue dans quelle mesure les actions simulant les accidents sont acceptables. Sont évalués :

- les types de conception et
- les mesures de protection

des citernes, en particulier en ce qui concerne leur fonction de protection de l'enveloppe.

4. Exemple

Déterminons le niveau de risque R_N pour la citerne de base conforme au marginal 211 127 (3) à l'appendice B.1a de l'ADR.

Forme de la citerne : cylindrique, sans compartiment

Volume : 30 000 l

Épaisseur des parois $e = 6$ mm; pression d'épreuve : 4 bar

Matériau : acier doux; résistance à la rupture par traction

$R_m = 360$ N/mm²; allongement à la rupture par traction $A = 27$ %

Capacité globale d'absorption d'énergie $W_{glob} = 30$ kNm

$$R_g = (4f_1 + 2f_2 + 1f_3) \cdot f_4$$

$$f_1 = \frac{e \cdot R_m \cdot A}{60000} = \frac{6 \cdot 360 \cdot 27}{60000} = 1$$

$$f_2 = \frac{W_{glob}}{70} = \frac{30}{70} = 0,4$$

$$f_3 = f_{3forme} + f_{3pression} = 0,5 + 0,5 = 1$$

$$f_4 = \sqrt[3]{\frac{7500}{30000}} = 0,63$$

$$R_g = (4 \cdot 1 + 2 \cdot 0,4 + 1) \cdot 0,63$$

$$R_g = 3,65$$

$$R_N = \frac{R_g}{7} = \frac{3,65}{7} = 0,5$$

La valeur du niveau de risque comparable de la citerne de base en acier doux est donc égale à 0,5.
