



**Conseil Économique
et Social**

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/WP.15/1999/48
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)

PROPOSITIONS D'AMENDEMENTS AUX ANNEXES A ET B DE L'ADR

Document de base relatif aux propositions du Gouvernement allemand
concernant les points suivants : formule d'épaisseur minimale
équivalente adéquate des parois (TRANS/WP.15/1999/49),
épaisseur minimale absolue des parois (TRANS/WP.15/1999/50),
protection arrière des citernes (TRANS/WP.15/1999/15),
autres prescriptions relatives à la protection contre
l'endommagement (TRANS/WP.15/1999/51)

Transmis par le Gouvernement allemand

1. Prescriptions actuelles de l'ADR pour les citernes

Pour le transport des marchandises dangereuses en citerne, plus particulièrement pour celui de matières présentant des risques mineurs, l'on utilise souvent des citernes dont le niveau de sécurité n'est pas suffisant, et cela en raison, d'une part, d'un classement inadéquat des matières, et, d'autre part, de prescriptions techniques peu satisfaisantes concernant les citernes - il s'agit là d'un problème indépendant de celui que pose le classement inadéquat.

1.1 Classement de l'essence pour moteurs d'automobiles

Dans l'annexe A de l'actuelle version de l'ADR, au b) du chiffre 3 du marginal 2301, sont énumérés les matières, solutions et mélanges (tels que préparations et déchets) dont la tension de vapeur à 50 °C ne dépasse pas 110 kPa (1,10 bar), et notamment les suivants :

1203 essence pour moteurs d'automobiles, 1267 pétrole brut, 1863 carburéacteur, 1268 distillats de pétrole, n.s.a. ou 1268 produits pétroliers, n.s.a.

Cet alinéa b) est suivi d'une note libellée comme suit :

Nonobstant que l'essence peut, sous certaines conditions climatiques, avoir une tension de vapeur à 50 °C supérieure à 110 kPa (1,10 bar), sans dépasser 150 kPa (1,50 bar), elle doit rester classée sous ce chiffre.

D'après les informations dont on dispose à ce sujet, la pression de vapeur de l'essence pour moteurs d'automobiles est, généralement, supérieure à 110 kPa (1,10 bar) en dessous de 50 °C, mais il peut arriver qu'elle dépasse 150 kPa (1,50 bar), même en hiver. En d'autres termes, cette essence n'est pas classée conformément à ses caractéristiques réelles (propriétés physiques); elle devrait plutôt figurer au marginal 2301, sous a) ou b) du chiffre 2.

Le classement de l'essence pour moteurs d'automobiles n'étant pas approprié, il y a lieu de tenir compte, pour la conception des citernes, des indications données au marginal 21 x 123 1) et 2) plutôt que de celles qui figurent au marginal 21 x 123 3), sous réserve, pour les matières de la classe 3, de prescriptions spéciales complétant ou modifiant les prescriptions générales. Le libellé des paragraphes 1) et 2) est le suivant :

1) Les réservoirs à vidange par gravité, destinés au transport de matières ayant à 50 °C une tension de vapeur ne dépassant pas 110 kPa (1,10 bar) (pression absolue), doivent être calculés selon une pression double de la pression statique de la matière à transporter, sans être inférieure au double de la pression statique de l'eau.

2) Les réservoirs à remplissage ou à vidange sous pression, destinés au transport de matières ayant à 50 °C une tension de vapeur ne dépassant pas 110 kPa (1,10 bar) (pression absolue), doivent être calculés selon une pression égale à 1,3 fois la pression de remplissage ou de vidange.

Les matières telles que l'essence pour moteurs d'automobiles peuvent être transportées dans des citernes "à pression atmosphérique". Elles devraient cependant être transportées dans des citernes à pression, étant donné leurs caractéristiques de danger : les prescriptions relatives à la construction, à la conception et à l'équipement pour les citernes "à pression atmosphérique" ne conviennent pas pour les matières présentant des caractéristiques de danger telles que celles de l'essence pour moteurs d'automobiles.

Il y a lieu de mentionner par ailleurs que, pour le transport maritime (Code IMDG) et selon le Règlement type ONU pour le transport des marchandises dangereuses, les citernes destinées au transport d'essence pour moteurs d'automobiles doivent être des citernes à pression présentant une pression d'épreuve minimale de 2,65 bar.

En conséquence, du point de vue de la sécurité, comme cela a été recommandé à plusieurs reprises par le passé, le Gouvernement allemand estime que les prescriptions de l'ADR à cet égard devraient être alignées sur celles du Règlement type ONU.

L'on peut résumer comme suit les considérations qui précèdent :

Le transport de l'essence pour moteurs d'automobiles, matière acheminée très fréquemment par route, est autorisé dans des citernes dont le niveau de sécurité n'est pas satisfaisant compte tenu des caractéristiques de danger de cette matière.

1.2 Détermination de l'épaisseur minimale de paroi

Si l'on tient compte des prescriptions énoncées au marginal 21 x 127 2), l'on arrive, dans le cas de pressions d'épreuve et de calcul situées entre 4 et 10 bar, à une épaisseur minimale de paroi d'environ 3 à 5 mm et plus pour l'acier doux. Néanmoins, il convient de veiller à ce que les citernes présentent un niveau de sécurité satisfaisant pour faire face aux conséquences de forces internes ou externes (accidentelles). Il suffit à cet égard de respecter les prescriptions de l'actuel marginal 211 127 3), c'est-à-dire de définir comme suit l'épaisseur minimale absolue correspondant à l'acier doux :

Les parois, les fonds et les couvercles des réservoirs à section circulaire dont le diamètre est égal ou inférieur à 1,80 m doivent avoir au moins 5 mm d'épaisseur s'ils sont en acier doux ou une épaisseur équivalente s'ils sont en un autre métal. Dans le cas où le diamètre est supérieur à 1,80 m, cette épaisseur doit être portée à 6 mm, à l'exception des réservoirs destinés au transport des matières pulvérulentes ou granulaires, si les réservoirs sont en acier doux ou à une épaisseur équivalente s'ils sont en un autre métal. Par épaisseur équivalente, on entend celle qui est donnée par la formule suivante :

$$e_1 = \frac{21,4 \cdot e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \cdot A_1}}$$

La formule ci-dessus, dite "formule de la racine cubique", laisse à désirer si l'on tient compte des forces internes ou externes que le réservoir d'une citerne doit supporter (pour plus de précisions à ce sujet, l'on se reportera à la section 2 du présent document et à la proposition allemande concernant la formule d'épaisseur de paroi minimale équivalente adéquate - TRANS/WP.15/1999/49). Les principaux inconvénients de la formule de la racine cubique sont donc les suivants :

L'application de cette formule dans le cas de métaux ayant des propriétés inférieures à celles de l'acier doux (par exemple d'alliages

d'aluminium) aboutit à une épaisseur de paroi plus faible que celle qui est nécessaire pour supporter les mêmes forces qu'un réservoir équivalent en acier doux.

L'application de cette formule dans le cas de métaux ayant des propriétés supérieures à celles de l'acier doux (par exemple dans celui d'aciers austénitiques) aboutit à une épaisseur de paroi plus importante que celle qui est nécessaire pour supporter les mêmes forces qu'un réservoir équivalent en acier doux.

D'où la préférence donnée aux alliages d'aluminium pour les réservoirs "à pression atmosphérique" ou à faible pression afin de réduire le poids des citernes. Par ailleurs, les citernes en aciers austénitiques qui conviennent mieux pour les transports de marchandises dangereuses du point de vue de la sécurité ne sont, en principe, pas utilisées aussi souvent que cela serait souhaitable, leur poids étant trop élevé du fait de l'application de la formule inadéquate de la racine cubique.

1.3 Réduction de l'épaisseur des parois et protection complémentaire

La valeur indiquée ci-dessus pour l'épaisseur minimale de paroi peut être abaissée à 2 mm dans le cas de l'acier doux si une protection supplémentaire compensant la réduction des propriétés de la paroi de la citerne imputable à cet abaissement est assurée. Au marginal 211 127 (5) b), sont donnés quelques exemples de mesures de protection.

L'application de ces mesures de protection ne peut en aucun cas compenser entièrement la réduction des propriétés de la paroi du réservoir imputable à la diminution de l'épaisseur de cette paroi.

Pour obtenir une compensation complète, il y a lieu d'appliquer les mesures indiquées sous 2. et 3. au marginal 211 127 (5) b). L'application des mesures de protection indiquées sous 1. et 4. au marginal 211 127 (5) b) ne permet d'obtenir qu'une protection partielle ou incomplète (pour plus de précisions à ce sujet, l'on peut se reporter à la proposition faite par l'Allemagne concernant d'autres possibilités en matière de protection contre l'endommagement - TRANS/WP.15/1999/51).

Comme les mesures dont il est question sous 1. et 4. du marginal 211 127 (5) b) sont faciles à appliquer ou font partie des mesures obligatoires de conception, et vu que leur application n'est pas aussi lourde que celle d'autres mesures de compensation, elles seront très souvent adoptées, surtout pour les citernes destinées au transport de distillats de pétrole et de produits pétroliers.

1.4 Conclusions

Par conséquent, les citernes (réservoirs) destinées au transport de marchandises dangereuses, pour lesquelles les pressions d'épreuve ou de calcul peuvent atteindre 4 bar ou même plus,

- risquent d'être conçues en fonction de données inappropriées (formule de la racine cubique) si des alliages d'aluminium sont utilisés plutôt que des aciers doux ou des aciers austénitiques;
- risquent d'avoir une protection supplémentaire insuffisante, quand bien même la réduction de l'épaisseur de la paroi devrait être entièrement compensée.

En outre, les citernes destinées au transport d'essence pour moteurs d'automobiles

- ne doivent pas être conçues en fonction d'un code pour récipient à pression (risque d'application de prescriptions insuffisantes de construction, de conception et d'équipement) étant donné le classement inadéquat de cette matière.

La présente évaluation des prescriptions actuelles de l'ADR relatives à certains aspects du niveau de sécurité du transport des marchandises dangereuses en citerne sera corroborée par des statistiques d'accidents et par les résultats obtenus dans le cadre d'un projet de recherche.

2. Évaluation des accidents et résultats des recherches

Le 17 décembre 1996, la version anglaise du rapport final du projet de recherche THESEUS (Tankfahrzeuge mit höchst erreichbarer Sicherheit durch experimentelle Unfallsimulation - Évaluation du niveau de sécurité des véhicules-citernes par simulation expérimentale d'accidents) a été communiquée aux Parties contractantes à l'ADR.

Un résumé du rapport THESEUS a déjà été présenté dans les documents allemands TRANS/WP.15/R.433 et INF.32 soumis au Groupe de travail à sa soixante-deuxième session, et les discussions sur la question ont pu s'engager dans l'intervalle. Il y a lieu, maintenant, de répéter l'exercice, car les très intéressants résultats présentés dans le rapport THESEUS permettent, d'une part, de confirmer ce qui est décrit dans la section 1 du présent document et, d'autre part, d'envisager des solutions à certains problèmes relevés dans les propositions allemandes dont il est question au début du document.

Les résultats et conclusions des évaluations et des recherches peuvent être brièvement résumés comme suit :

Les principales sollicitations que subissent les citernes lors d'accidents peuvent se diviser en sollicitations ponctuelles et en sollicitations générales. Lorsque les sollicitations ponctuelles sont causées par des parties saillantes, la limite de rupture est directement fonction de la résistance du matériau. Lorsque la sollicitation est générale, la rupture est le plus souvent due à une différence de rigidité (par exemple, fonds des citernes, anneaux de renfort internes ou externes, ou ceintures de renfort soudées), qui empêche la déformation. C'est uniquement à ces endroits que les sollicitations sont équivalentes à la résistance du matériau. Le frottement des citernes sur le revêtement routier ne semble pas provoquer une forte abrasion du matériau. À la différence de l'acier, les alliages d'aluminium,

à cause de leur point de fusion peu élevé, risquent de soumettre la citerne à des sollicitations thermiques par incendie.

Les essais effectués montrent que la formule de la racine cubique servant à déterminer l'épaisseur des parois des citernes faites en un autre matériau que l'acier doux ne permet pas de concevoir des citernes d'une sécurité équivalente.

Une citerne en acier doux dont les parois ont une épaisseur de 4,4 mm présente lors d'essais par sollicitations ponctuelles une limite de rupture six fois supérieure à celle d'une citerne de même conception, mais faite en alliage d'aluminium et dont les parois ont une épaisseur de 6,3 mm. Cela est possible grâce à la plus forte résistance et au meilleur comportement plastique de l'acier doux.

Les essais statiques de pénétration et les essais de chute d'énergie équivalente donnent des résultats comparables en ce qui concerne la résistance à la rupture. Mais, dans ce cas, la limite de rupture est atteinte avec une déformation nettement moindre et moins d'énergie dissipée. En ce qui concerne les sollicitations ponctuelles, la dissipation d'énergie relevée lors des essais statiques ne permet donc pas de déterminer avec exactitude la résistance à la rupture. Au vu de l'ensemble des données relevées lors d'accidents, de collisions simulées, d'essais de choc et d'essais de chute sur des citernes et des éléments de citerne, dans le cadre du projet de recherche THESEUS, on a comparé la résistance à la rupture des citernes faites en alliage d'aluminium (bénéficiant en outre de la protection supplémentaire dont il est question au marginal 211 127 (5) b) 4) et celle des citernes faites en acier inoxydable qui, selon les critères actuels de conception (voir le marginal 211 127 (5) b) 3), offrent des garanties de sécurité équivalentes. À cette fin, 23 accidents ont été choisis parmi tous les accidents ayant entraîné un déversement de matières dangereuses. À l'aide d'une échelle d'évaluation appropriée, on en a conclu que, si la paroi de ces citernes avait été faite en acier inoxydable d'une épaisseur de 3 mm, huit de ces accidents n'auraient certainement pas provoqué de rupture et cinq autres accidents n'en auraient probablement pas provoqué. On peut en conclure qu'une citerne en acier inoxydable ayant des parois de 3 mm doit être considérée comme plus sûre pour le transport par route de marchandises dangereuses de la classe 3 qu'une citerne en alliage d'aluminium de 5,2 mm d'épaisseur.

Des essais ont montré que le revêtement interne des citernes au moyen d'un élastomère n'améliorait pas leur résistance aux sollicitations causées par des parties saillantes.

La résistance à la rupture de la structure d'une citerne, y compris les cordons de soudure, les couvercles de dôme, etc., ne peut se réduire à une simple formule. Afin de déterminer la solidité des citernes, une partie représentative d'une citerne présentant des caractéristiques bien précises doit être soumise à un essai de chute produisant une énergie équivalant à celle produite lors des essais de choc et de retournement en simulation. L'on pourrait aussi élaborer une méthode d'évaluation du niveau de sécurité de différents types de citernes.

Les statistiques tirées de l'analyse d'accidents réels et de simulations expérimentales d'accidents donnent à penser qu'en cas de collision entre des éléments de résistance équivalente, on peut supposer qu'une force moyenne $F = 400$ kN est exercée sur le réservoir de la citerne. Cependant, cette valeur moyenne ne donne aucune indication sur la résistance à la rupture en cas d'accident plus grave (par exemple si le véhicule se renverse sur la route et/ou heurte un objet dont une partie est saillante). En pareil cas, les valeurs indiquées dans la version actuelle de l'ADR pour l'épaisseur des parois de réservoir dans le cas de citernes pour lesquelles cette épaisseur peut être réduite seraient insuffisantes.

3. Amélioration des prescriptions actuelles de l'ADR concernant les citernes

En ce qui concerne l'évaluation de la réglementation actuelle dont il est question ci-dessus et les conclusions tirées des résultats des recherches, il serait possible de se fonder sur les sollicitations auxquelles les réservoirs sont soumis en cas d'accident - pénétration, flexion, déformation pouvant aller jusqu'à la limite de rupture - pour déterminer l'épaisseur minimale des parois plutôt que de prendre uniquement en considération les déformations élastiques observées dans les conditions de service (ce qui semble avoir été le cas pour la formule de la racine cubique).

Toutefois, le rapport entre l'épaisseur des parois et le matériau est peut-être l'élément le plus important à prendre en considération pour obtenir un certain niveau de sécurité, mais il n'est pas encore possible d'évaluer complètement la sécurité globale qu'offrent des citernes de conception complexe.

Aussi est-il nécessaire de commencer par adopter une formule appropriée, qui permette d'appliquer les prescriptions de base relatives à une épaisseur de 6 mm pour l'acier doux en vue d'obtenir un niveau satisfaisant de sécurité pour d'autres métaux.

Le document allemand présentant une proposition relative à une formule adéquate pour l'épaisseur minimale équivalente des parois (TRANS/WP.15/1999/49) porte sur cette question; l'on y trouve des renseignements plus détaillés sur la mise au point de cette formule.

Il conviendrait d'accorder la même attention aux mesures de protection.

En cas de réduction de l'épaisseur des parois, l'on ne devrait appliquer qu'une protection supplémentaire qui compense entièrement la perte de propriété de la paroi du réservoir. Si cette perte n'est pas entièrement compensée, il faut procéder à une évaluation du risque par rapport au niveau général de sécurité qu'offre la citerne, afin d'assurer un niveau de sécurité au moins égal à celui d'une citerne de référence. Le document allemand contenant une proposition relative à d'autres prescriptions relatives à la protection contre l'endommagement (TRANS/WP.15/1999/51) traite des possibilités à cet égard. On y trouvera des renseignements plus détaillés et des notes explicatives ainsi que des observations concernant la proposition italienne relative aux citernes polycentriques (voir le document TRANS/WP.15/1999/33).

Néanmoins, même si l'application d'une formule de compromis prenant en compte les lois de la mécanique et d'autres prescriptions conformes à ce qui est indiqué ci-dessus assurerait, en principe, un niveau de sécurité suffisant, il y a lieu de prendre en considération certains aspects de moindre importance.

L'utilisation de matériaux très élaborés qui augmentent la résistance permet d'aboutir à des épaisseurs de paroi très faibles. Les forces accidentelles sont certes prises en compte, mais certains problèmes d'instabilité en fonction des conditions de service peuvent se poser, tels que le gonflement ou les effets de la fatigue, étant donné que les paramètres liés à la résistance ne sont pas les seuls en cause. Il y aurait donc lieu de fixer l'épaisseur minimale absolue des parois pour différents matériaux. L'Allemagne se félicite des efforts déployés par la France et l'Espagne dont il a été rendu compte dans le document TRANS/WP.15/1999/13 communiqué au Groupe de travail, mais elle estime que les valeurs (chiffres) minima qui sont présentées dans ce document devraient être augmentées quelque peu pour certains matériaux. Elle présente donc une proposition modifiée concernant l'épaisseur minimale absolue des parois, dans laquelle il est tenu compte du point de vue de l'Espagne.

Enfin, concernant les autres aspects de la sécurité des réservoirs, l'Allemagne tient à rappeler sa proposition relative à la protection arrière des citernes (voir le document TRANS/WP.15/1999/15).

Comme précédemment, l'Allemagne est d'avis que la protection arrière des citernes est en principe nécessaire pour les raisons de sécurité expliquées dans la justification de la proposition susmentionnée. Cependant, si les propositions allemandes concernant la formule adéquate pour l'épaisseur minimale équivalente des parois, l'épaisseur de paroi minimale absolue et les autres prescriptions applicables en matière de protection contre l'endommagement est adoptée par le Groupe de travail, le problème de la protection arrière sera peut-être réglé, du moins en partie. L'Allemagne souhaite donc que l'on sursoie à la décision concernant la proposition relative à la protection arrière, jusqu'à ce que des décisions sur les autres propositions aient été prises.

Remarque finale :

L'Allemagne est d'avis qu'un niveau de sécurité satisfaisant eu égard aux différents risques que présente le transport de matières en citerne peut être assuré grâce à une approche systématique, si le Groupe de travail accepte les propositions allemandes susmentionnées, étant entendu qu'un niveau minimum de sécurité est nécessaire compte tenu du risque de fuites auxquelles une citerne transportant des marchandises dangereuses peut être exposée en cas d'accident. Bon nombre des problèmes relatifs au classement de certains produits et aux prescriptions adoptées en fonction de l'expérience acquise en matière de transport des matières dangereuses en véhicule citerne peuvent être résolus. Il y a lieu d'assurer l'harmonisation avec les prescriptions de l'OMI et avec les Recommandations de l'ONU, pour ce qui est du niveau de sécurité de base à assurer concernant les citernes destinées au transport de marchandises dangereuses, et il s'agit, enfin et surtout, de favoriser les progrès scientifiques et techniques.
