



Secrétariat

Distr.
GÉNÉRALE

ST/SG/AC.10/C.3/2004/29
7 avril 2004

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

COMITÉ D'EXPERTS DU TRANSPORT
DES MARCHANDISES DANGEREUSES
ET DU SYSTÈME GÉNÉRAL HARMONISÉ
DE CLASSIFICATION ET D'ÉTIQUETAGE
DES PRODUITS CHIMIQUES

Sous-Comité d'experts du transport
des marchandises dangereuses

Vingt-cinquième session, 5-14 juillet 2004
Point 7 de l'ordre du jour provisoire

PROPOSITIONS DIVERSES D'AMENDEMENTS AU RÈGLEMENT TYPE
SUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES DANGEREUSES

Appendice 5 du Manuel d'épreuves et de critères: Exemple de méthode d'essai pour le
dimensionnement des dispositifs de décompression

Communication du Conseil international des associations chimiques (ICCA)

1. Introduction

Cela fait plusieurs années que la méthode d'essai pour le dimensionnement des dispositifs de décompression d'urgence est employée pour les peroxydes organiques dans les citernes. Depuis son introduction, les changements suivants ont eu lieu:

- La méthode d'essai a été employée pour le dimensionnement des dispositifs de décompression d'urgence non seulement des citernes mobiles, mais aussi, au cours des dernières années, des GRV. Il n'en est pas fait état dans la méthode d'essai. Aucune référence n'est faite aux GRV et aucun exemple de calcul n'est donné;

- Aux États-Unis d'Amérique, l'Organic Peroxide Producers Safety Division (OPPSD) de la Society of the Plastic Industry, Inc. (SPI) a mis au point en collaboration avec le New Mexico Institute of Mining Technology un autre réservoir type de 10 litres, qui en principe est équivalent à celui de la méthode d'essai figurant actuellement dans le Manuel d'épreuves et de critères;
- Une évaluation critique des modes opératoires actuels, effectuée dans le cadre des changements susmentionnés, a montré que les équations permettant de calculer l'apport de chaleur résultant de l'immersion de la citerne dans les flammes devaient être légèrement modifiées en ce qui concerne la surface exposée à la chaleur. Bien que ces modifications n'entraînent pas de différences importantes, elles sont nécessaires pour que les formules soient avant tout correctes.

L'ICCA propose d'inclure dans le Manuel d'épreuves et de critères une version révisée de l'appendice 5 intitulé «Exemple de méthode d'essai pour le dimensionnement des dispositifs de décompression».

2. Proposition de modifications à apporter à l'appendice 5

Outre un certain nombre de modifications d'ordre rédactionnel, les modifications principales suivantes ont été introduites dans la version proposée de l'appendice 5:

- Insertion d'une référence à l'applicabilité aux GRV de la méthode d'essai et d'un critère relatif à la pression maximale admissible autorisée pendant la décompression d'urgence des GRV, et ajout d'un exemple de calcul pour les GRV;
- Incorporation du réservoir type qui a été mis au point par l'OPPSD en collaboration avec le New Mexico Institute of Mining Technology (États-Unis d'Amérique);
- Correction des équations (1) et (3) et des exemples de calcul (ajout de crochets).

Dans la présente proposition, les modifications apportées à l'appendice 5 actuel ont été mises en évidence. En employant l'option «Accepter les modifications», on obtiendra le nouveau texte de l'appendice 5.

3. Appendice 5 révisé:

«APPENDICE 5

EXEMPLE DE MÉTHODE D'ESSAI POUR LE DIMENSIONNEMENT DES DISPOSITIFS DE DÉCOMPRESSION

1. Introduction

L'objet de cette méthode d'essai pour le dimensionnement des dispositifs de décompression, présentée à titre d'exemple, est de déterminer la capacité que doivent avoir les dispositifs de décompression d'urgence dont doit être équipée un GRV ou une citerne mobile affectée au transport d'un peroxyde organique du type F ou d'une matière autoréactive du type F donné(e) ou de préparations à base de ceux-ci. La méthode est fondée sur des données expérimentales qui indiquent que, pour les préparations de peroxydes organiques ou de matières autoréactives, le rapport de la section minimale des dispositifs de décompression d'urgence à la capacité du GRV ou de la citerne est constant et peut être déterminé en utilisant une citerne à échelle réduite de 10 l de capacité. Lors des essais, la citerne à échelle réduite est chauffée à une température représentative d'une immersion totale d'une citerne dans les flammes ou, dans le cas des GRV ou des citernes mobiles à isolation thermique, du transfert thermique à travers l'isolation qui en résulterait avec l'hypothèse d'une perte d'isolation sur 1 % de la surface (voir les paragraphes 4.2.1.13.8 et 4.2.1.13.9 du Règlement type). D'autres méthodes peuvent être utilisées à condition qu'elles reposent sur le principe d'un dimensionnement approprié des dispositifs de décompression d'urgence d'un GRV ou d'une citerne mobile permettant le dégagement de tous les produits résultant d'une décomposition auto-accélérée ou d'une immersion totale de la citerne dans les flammes pour une durée d'au moins une heure.

Attention: La présente méthode ne tient pas compte de la possibilité d'amorçage d'une déflagration. Si cette possibilité existe, en particulier si l'amorçage dans la phase vapeur peut se propager à la phase liquide, l'on doit exécuter des essais qui tiennent compte de cette éventualité.

2. Appareillage et matériels

La citerne à échelle réduite est constituée par un réservoir type en acier inoxydable d'un volume brut de 10 l. La partie supérieure de la citerne comporte soit un orifice d'1 mm de diamètre simulant la soupape de décompression du GRV ou de la citerne mobile, soit une soupape de décompression réelle dont le diamètre est déterminé par réduction proportionnelle sur la base du rapport de la section de l'évent au volume de la citerne. Un second orifice représente l'orifice de dégagement d'urgence; il est fermé par un disque de rupture. On peut donner à cet orifice un diamètre variable en utilisant des disques à lumière de différents diamètres. La pression d'éclatement des disques à installer sur le réservoir de 10 l doit être égale à la pression maximale d'éclatement des disques de rupture devant être installés sur le GRV ou la citerne mobile. Cette pression doit être inférieure à la pression d'épreuve de la citerne mobile en question. Normalement, la pression d'éclatement est fixée à une valeur telle que le disque puisse supporter les pressions rencontrées dans les conditions normales de transport: pression hydrostatique du liquide en cas de retournement de la citerne mobile, débordement du contenu, etc. Le réservoir de 10 l doit être muni d'un disque de rupture ayant une pression de tarage de

l'ordre de celle du ou des disques équipant la citerne ou le GRV, tels qu'ils sont employés au cours du transport. La pression minimale d'épreuve de la citerne mobile doit être de 4,0 bar (pression manométrique) (voir le paragraphe 4.2.1.13.4 du Règlement type). Une pression de tarage du disque de rupture située entre 3,0 et 3,5 bar (pression manométrique) est donc appropriée. Pour des raisons de sécurité, il est recommandé de munir le réservoir d'essai ~~doit également être muni~~ d'un disque de rupture supplémentaire (pression d'éclatement d'environ 80 % de la pression de calcul d'un réservoir d'essai de 10 l) avec une grande ouverture permettant un dégagement d'urgence supplémentaire pour le réservoir d'essai au cas où le diamètre de l'orifice choisi serait trop petit.

La surface extérieure du réservoir d'essai est munie, au-dessous du niveau du liquide, d'un enroulement chauffant électrique ou de cartouches chauffantes reliés à une alimentation constante (les systèmes de régulation intégrale proportionnelle ou différentielle ne doivent pas être utilisés étant donné que le contenu de la citerne doit être chauffé constamment indépendamment du flux thermique généré par le peroxyde organique). Les contenus des réservoirs doivent être chauffés, l'intensité du chauffage étant constante et indépendante de la chaleur produite par le peroxyde organique ou par la matière autoréactive. La résistance de l'enroulement chauffant doit être choisie en fonction de la puissance de l'alimentation disponible de manière à assurer que la vitesse d'échauffement déterminée par le calcul (voir sect. 3) puisse être atteinte. Tout le réservoir est calorifugé avec de la laine de roche, du verre cellulaire ou des fibres céramiques.

La température à l'intérieur de la citerne est mesurée au moyen de trois thermocouples dont deux situés dans la phase liquide (en haut et en bas de la phase liquide) et un dans la phase gazeuse. Les deux thermocouples dans la phase liquide servent à vérifier l'homogénéité de l'échauffement. La pression est enregistrée au moyen d'un ou de plusieurs capteurs de pression permettant d'enregistrer aussi bien les variations lentes que les variations rapides (au moins 1 000 points/s) de la pression. Des exemples de réservoir type sont donnés. Le réservoir d'essai est représenté schématiquement à la figure A5.1. Des informations supplémentaires peuvent être obtenues si la citerne est montée sur un plateau conçu pour recueillir toute matière liquide ou solide éjectée.

Les essais doivent être exécutés sur un site d'essai avec une zone de sécurité appropriée. Ils peuvent aussi être exécutés dans un abri bétonné qui doit être muni d'ouvertures permettant l'aération et le dégagement des gaz afin d'éviter une montée en pression à l'intérieur de l'abri. L'équipement électrique dans cet abri doit être antidéflagrant afin de minimiser tout risque d'inflammation. *Cependant, les essais doivent être effectués en partant de l'hypothèse que les produits de la décomposition s'enflammeront.*

3. Calcul de la vitesse d'échauffement à utiliser pour l'essai

Si le GRV ou la citerne mobile n'est pas thermiquement isolée, la densité de flux thermique du réservoir doit être celle définie au paragraphe 4.2.1.13.8 du Règlement type. Si le GRV ou la citerne est thermiquement isolée, le Règlement type stipule que la densité de flux thermique du réservoir doit être équivalente au transfert de flux thermique à travers l'isolant plus la densité du flux thermique du réservoir en tenant compte d'une perte complète de l'isolation sur 1 % de la surface du réservoir.

Les renseignements ci-dessous concernant le GRV ou la citerne mobile et le peroxyde organique ou la matière autoréactive sont nécessaires au calcul de la vitesse d'échauffement:

F_r =	Partie de la citerne directement chauffée (1 si elle n'est pas isolée et 0,01 si elle est isolée)	[-]
M_t =	Masse totale de peroxyde organique ou de matière autoréactive et de diluant	[kg]
K =	Conductivité thermique de la couche d'isolant	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
L =	Épaisseur de la couche d'isolant	[m]
U =	K/L = Coefficient de transfert thermique	[W.m ⁻² .K ⁻¹]
A =	Surface mouillée <u>du GRV</u> ou de la citerne <u>mobile</u>	[m ²]
C_p =	Chaleur spécifique de la préparation de peroxyde organique ou de matière autoréactive	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]
T_{po} =	Température de la préparation de peroxyde ou de matière autoréactive au moment de la décompression	[K]
q_i =	Apport indirect de chaleur	[W]
q_d =	Apport direct de chaleur	[W]
F =	Facteur d'isolation	[-]

L'apport de chaleur q_i , (W), par l'intermédiaire de la surface indirectement exposée (partie isolée), est obtenu au moyen des équations (1) et (2) :

$$q_i = 70961 \times F \times [(1 - F_1) \times A]^{0,82} \quad (1)$$

où: F = Facteur d'isolation;

$F = 1$ Pour les réservoirs réceptifs isolés; ou

$$F = 2 \frac{U(923 - T_{po})}{47032} \quad \text{pour les } \underline{\text{réservoirs réceptifs}} \text{ isolés.} \quad (2)$$

Dans le calcul de F , on introduit un coefficient multiplicateur de 2 pour tenir compte d'une perte d'efficacité de l'isolation de 50 % en cas d'accident.

L'apport de chaleur q_d (W), par l'intermédiaire de la surface exposée directement (partie non isolée), se calcule au moyen de l'équation (3):

$$q_d = 70961 \times F \times [F_r \times A]^{0,82} \quad (3)$$

où: F = Facteur d'isolation = 1 (réceptif non isolé)

La vitesse d'échauffement globale dT/dt (en K/min) résultant de l'immersion de la citerne dans les flammes s'obtient au moyen de l'équation (4):

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(q_i + q_d)}{M_i C_p} 60 \quad (4)$$

Exemple 1: citerne isolée

Pour une citerne ~~mobile~~ isolée de 20 m³:

F_r	=	Partie de la citerne directement chauffée	=	0,01
M_t	=	Masse totale de peroxyde organique et de diluant	=	16 268 kg
K	=	Conductivité thermique de la couche d'isolant	=	0,031 W.m ⁻¹ .K ⁻¹
L	=	Épaisseur de la couche d'isolant	=	0,075 m
U	=	K/L = coefficient de transfert thermique	=	0,4 W.m ⁻² .K ⁻¹
A	=	Surface mouillée de la citerne mobile	=	40 m ²
C_p	=	Chaleur spécifique de la préparation de peroxyde organique	=	2 000 J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
T_{po}	=	Température du peroxyde au moment de la décompression	=	100 °C

et

$$q_i = 70\,961 \times 2 \times \frac{0,4 \times (923 - 373)}{47\,032} \times [(1 - 0,01) \times 40]^{0,82} = 13\,558 \text{ W}$$

$$q_d = 70\,961 \times 1 \times [0,01 \times 40]^{0,82} = 33\,474 \text{ W}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(13\,558 + 33\,474)}{16\,268 \times 2\,000} \times 60 = 0,086 \text{ k.min}^{-1}$$

Exemple 2: GRV non isolé

Pour un GRV non isolé en acier de 1,2 m³ (apport direct de chaleur q_d , seulement):

F_r	=	Partie de la citerne directement chauffée	=	1
M_t	=	Masse totale de peroxyde organique et de diluant	=	1 012 kg
A	=	Surface mouillée du GRV	=	5,04 m ²
C_p	=	Chaleur spécifique de la préparation de peroxyde organique	=	2 190 J.kg ⁻¹ .K ⁻¹

et

$$\underline{q_d = 70\,961 \times 1 \times [1 \times 5,04]^{0,82} = 267\,308 \text{ W}}$$

$$\underline{q_i = 0}$$

$$\underline{\frac{dT}{dt} = \frac{(0 + 267\,308)}{1\,012 \times 2\,190} \times 60 = 7,2 \text{ K.min}^{-1}}$$

4. Mode opératoire

On remplit le réservoir d'essai de la quantité de peroxyde organique ou de matière autoréactive nécessaire pour obtenir le même degré de remplissage (en pourcentage du volume du réservoir) que celui prévu pour la citerne ~~mobile~~ (taux de remplissage maximal: 90 % en volume). Puis, on met en place le disque à lumière¹ et le disque de rupture requis. Il ~~, par exemple,~~ est d'usage d'installer quatre disques de rupture de 250 mm de diamètre sur une citerne ~~mobile~~ de 20 tonnes, ce qui se traduit, pour le réservoir d'essai, par un orifice d'un diamètre de 11 mm.

Le réservoir est chauffé à la vitesse voulue au moyen de l'enroulement chauffant. On peut d'abord utiliser une vitesse d'échauffement supérieure à celle déterminée par calcul, jusqu'à ce que l'on atteigne une température de 5 °C supérieure à la température de décomposition auto-accélérée (pour un colis de 50 kg) du peroxyde organique ou de la matière autoréactive. Une fois cette température atteinte, on doit utiliser la vitesse d'échauffement déterminée par calcul. La température et la pression dans le réservoir sont enregistrées pendant tout l'essai. Après éclatement du disque de rupture, on doit poursuivre le chauffage pendant environ 30 minutes supplémentaires afin d'être sûr que tous les effets dangereux ont été mesurés. **On doit rester à distance du réservoir pendant et après l'exécution de l'essai et ne pas s'en approcher avant refroidissement du contenu. Après l'essai, on ne doit pas se rapprocher du réservoir avant refroidissement du contenu.**

On fait varier le diamètre d'orifice (si nécessaire) jusqu'à ce que l'on ait déterminé une ouverture convenable pour laquelle la pression maximale enregistrée ~~n'est pas supérieure à la pression d'épreuve de la citerne mobile~~ ne dépasse pas la pression mentionnée à la section 5 intitulée «Critères d'essai et méthodes d'évaluation des résultats». La dimension retenue doit être en rapport avec les options disponibles en pratique sur la citerne ~~mobile~~, c'est-à-dire des dimensions d'évent plus grandes ou davantage d'évents. Si nécessaire, la concentration du peroxyde organique ou des matières autoréactives peut être diminuée. L'essai doit être exécuté deux fois au niveau pour lequel avec la surface totale ~~minimale~~ d'évent ~~ayant~~ une capacité suffisante.

¹ Il est recommandé d'effectuer des essais à petite échelle (100-200 ml) ou des essais en utilisant un réservoir très résistant (pressions de plus de 100 bar) avant d'exécuter l'essai sur le réservoir de 10 litres afin d'obtenir des informations sur l'effet de pression maximum exercé par la matière à l'essai et sur le diamètre de l'orifice qu'il faut prévoir pour le premier essai à l'échelle du réservoir de 10 l.

5. Critères d'essai et méthode d'évaluation des résultats

La surface minimale ou appropriée (s'il est acceptable d'utiliser une dimension des orifices de dégagement supérieure à la dimension minimale) ~~des orifices de dégagement d'une citerne mobile, $A_{\text{citerne mobile}} (\text{m}^2)$~~ , peut être calculée à partir de la surface minimale ou appropriée de l'orifice de dégagement qui a été éprouvée au cours de l'essai du réservoir de 10 litres, pour lequel la pression maximale pendant la décompression est: du réservoir d'essai $A_{\text{réservoir d'essai}} (\text{m}^2)$, déterminée par l'essai au cours duquel la pression maximale n'est pas dépassée à la pression d'épreuve des citernes mobiles (voir par. 4.2.1.13.8 du Règlement type) multipliée par le rapport du volume de la citerne mobile, $V_{\text{citerne mobile}} (\text{m}^3)$ au volume du réservoir d'essai, $V_{\text{réservoir d'essai}} (\text{m}^3)$. La surface totale minimale de l'orifice de dégagement de la citerne mobile est donc donnée par l'équation:

$$\frac{A_{\text{citerne mobile}}}{V_{\text{citerne mobile}}} = \frac{A_{\text{réservoir d'essai}}}{V_{\text{réservoir d'essai}}}$$

- Pour les citernes, inférieure ou égale à la pression d'épreuve de la citerne (conformément au 4.2.1.13.4, la citerne sera conçue pour une pression d'épreuve d'au moins 0,4 MPa),
- Pour les GRV, inférieure ou égale à la pression manométrique de 200 kPa, lorsqu'elle est mesurée conformément au 6.5.4.8.4, ou supérieure à cette pression, sous réserve d'agrément par l'autorité compétente,

et les volumes ceux du réservoir type et du GRV ou de la citerne.

La surface totale minimale des orifices de dégagement d'un GRV ou d'une citerne est donnée par les formules suivantes:

Pour les GRV: $A_{\text{GRV}} = V_{\text{GRV}} \times (A_{\text{réservoir d'essai}}/V_{\text{réservoir d'essai}})$

Pour les citernes: $A_{\text{citerne}} = V_{\text{citerne}} \times (A_{\text{réservoir d'essai}}/V_{\text{réservoir d'essai}})$

Où:

$A_{\text{réservoir d'essai}}$ = Surface des orifices de dégagement d'un réservoir type de 10 l [m²]

A_{GRV} = Surface des orifices de dégagement d'un GRV [m²]

A_{citerne} = Surface des orifices de dégagement d'une citerne [m²]

$V_{\text{réservoir d'essai}}$ = Volume d'un réservoir type de 10 l [m³]

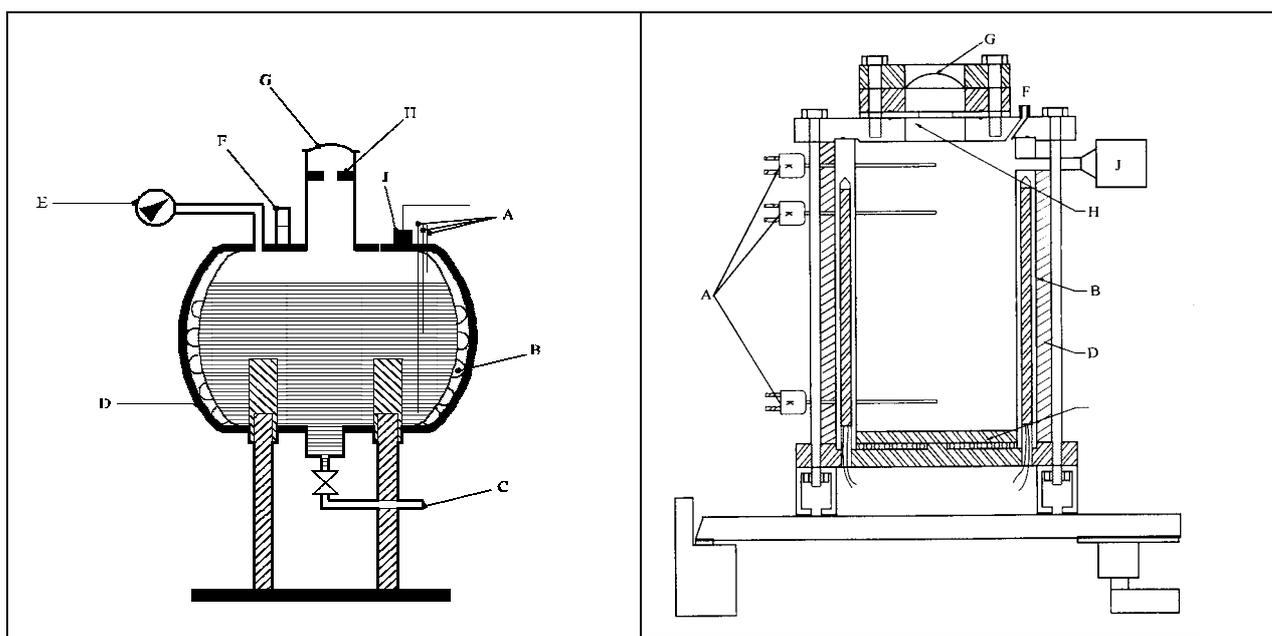
V_{GRV} = Volume d'un GRV [m³]

V_{citerne} = Volume d'une citerne [m³]

Exemple:

Pour un peroxyde organique type dans une citerne ~~mobile~~ calorifugée de 20 m³:

$A_{\text{réservoir d'essai}}$	= Surface minimale appropriée trouvée par l'essai	= 9,5 x 10 ⁻⁵ m ²
$V_{\text{citerne mobile}}$	= Volume de la citerne mobile	= 20 m ³
$V_{\text{réservoir d'essai}}$	= Volume du réservoir d'essai	= 0,01 m ³
$A_{\text{citerne mobile}}$	= 20 x (9,5 x 10 ⁻⁵ /0,01)	= 0,19 m ²



(A) Thermocouples (deux dans la phase liquide et un dans la phase vapeur)

(B) Enroulement chauffant/cartouche chauffante

(C) Conduite de vidange (facultative)

(D) Isolation thermique

(E) Manomètre (facultatif)

(F) Soupape de décompression (facultative)

(G) Disque de rupture

(H) Disque à lumière

(J) Capteur de pression ou soupape de décompression et capteur en T

Figure A5.1: RÉSERVOIRS TYPES DE 10 LITRES UTILISÉS POUR LES ESSAIS DES DISPOSITIFS DE DÉCOMPRESSION»
