

SPF EMPLOI, TRAVAIL ET CONSERTATION SOCIALE  
Direction générale Contrôle du bien-être au travail  
DIRECTION DES RISQUES CHIMIQUES

---

CHECKLIST

---



GAZ COMBUSTIBLES LIQUEFIES

---

référence: CRC/CL/010-F  
version 1.0  
date: 14 mai 2003

---

## **Introduction**

*Cette check-list est un outil d'inspection de la Direction des risques chimiques permettant de vérifier d'une façon systématique dans quelle mesure les installations manipulant des gaz combustibles liquéfiés sont en conformité avec les normes actuelles et les codes de bonne pratique.*

*Dans le cadre de la politique de transparence du service, cette check-list est mise gratuitement à la disposition des entreprises, afin de leur permettre d'effectuer elles-mêmes leur propre enquête et d'en tirer les conclusions adéquates en vue d'une amélioration de la prévention des accidents majeurs.*

*La check-list énumère un certain nombre de risques spécifiques aux installations concernées et donne un aperçu des mesures qui peuvent être prises pour les contrer. Ces risques et mesures sont essentiellement repris des normes et des codes de bonne pratique se rapportant à ces installations. Cette check-list n'a pas la prétention d'être exhaustive et ne remplace donc pas ces normes et codes. L'application de cette check-list ne peut en aucun cas être une alternative à une analyse de risques approfondie par l'exploitant.*

## **Table des matières**

<b>1</b>	<b>PROPRIETES DE QUELQUES GAZ COMBUSTIBLES.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>APPLICATION DE LA CHECK-LIST .....</b>	<b>5</b>
	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>6</b>

**ANNEXE 1: Analyse PLANOP des installations**

**ANNEXE 2: Distances de sécurité**

**ANNEXE 3: Listes de vérification**

## 1 Propriétés de quelques gaz combustibles

Selon l'ADR, le RID et l'ADNR, un gaz est défini comme:

- une substance qui possède à 50°C une tension de vapeur supérieure à 3 bar
- une substance qui est complètement sous forme gazeuse à 20°C, à pression atmosphérique (101,3 kPa).

Cette check-list est avant tout destinée à vérifier si les dangers liés à la combustibilité des gaz sont sous contrôle. Pour offrir une protection suffisante vis-à-vis d'autres dangers tels que la toxicité par ex., des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires.

La Direction des risques chimiques a déjà rédigé des check-lists adaptées pour quelques gaz tombant sous le vocable de gaz combustibles:

Ammoniac            CRC/CL/009  
Oxyde d'éthylène   CRC/CL/002

Le tableau ci-dessous donne les propriétés physiques de quelques gaz combustibles.

	Point d'ébul. (°C)	Tension de vapeur à 20°C (bar)	Densité relative (eau=1)	Densité relative de la vapeur (air=1)	Température d'auto-inflammation (°C)	Limites d'explosion (vol% dans l'air)	Valeur limite (ppm)
n-Butane	-0,5	2,5	0,58	2	365	1,3-8,5	800
1,3-Butadiène	-5	2,4	0,6	1,9	415	1,1 – 16,3	2
Diméthyléther	-25	5,3	0,7	1,6	235	2,7 – 18,6	
Isobutène	-7	2,6	0,6	1,99	465	1,8 – 9,6	
Chlorure de méthyl	-24	5	0,9	1,8	630	7,1 – 18,5	50
Propane	-42	9	0,5	1,6	470	1,7-9,5	
Propène	-48	10	0,5	1,5	460	2,0 – 11,1	
Chlorure de vinyl	-14	3,4	0,9	2,2	415	3,6 - 31	7

## 2 Application de la check-list

Cette check-list est en fait une analyse PLANOP de quelques installations typiques pour la manipulation de gaz combustibles liquéfiés. PLANOP est une technique d'analyse de risques développée au sein de la Direction des risques chimiques et décrite dans la note d'information CRC/IN/012-F "PLANOP".

Pour chaque Sous-système pertinent, les différentes Sources de causes et Etapes de libération reprises à l'annexe 2 doivent être traitées.

Pour chacune de ces Sources de causes et Etapes de Libération, sont données des Mesures typiques pour limiter le risque à un niveau acceptable.

La règle générale prévoit que les Mesures qui ne sont pas présentes ou les critères auxquels il n'est pas satisfait, sont considérés comme des manquements. Il est dérogé à cette règle si la présence d'une mesure est compensée par une ou plusieurs mesures alternatives (bien que non reprises dans la check-list) garantissant un niveau similaire de réduction du risque.

Une série d'aspects généraux liés à la sécurité sont traités au niveau de l'Installation dans son ensemble via les Points d'attention des Installations, repris à l'annexe 3.

Après l'application de la check-list, un rapport avec les manquements constatés est rédigé par le(s) inspecteur(s). Il est convenu d'un délai endéans lequel l'entreprise établira un plan d'actions pour remédier aux manquements constatés. L'exécution de ce plan d'action sera bien entendu également suivie par les inspecteurs.

Si le nombre et la nature des remarques permet déjà de fixer les mesures correctives immédiatement après l'application de la check-list, aucun rapport avec des manquements ne sera transmis mais directement une confirmation des actions convenues.

## Références

Cette check-list a été rédigée sur base des recommandations publiées qui suivent.

- [1] **Design and Construction of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Installations**, API Std. 2510, Sixth edition, April 1989
- [2] **I.S. 3216, Code of practice for the bulk storage of liquefied petroleum gas**, National Standards Authority of Ireland, Dublin, 1988
- [3] **Fire precautions at petroleum refineries and bulk storage installations**, The Institute of Petroleum (IP) model code of safe practice part 19, John Wiley&Sons, October 1993
- [4] **NFPA 58: Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases**, Edition 1989
- [5] **International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals (ISGOTT) - Fourth Edition**, ISBN 1 85609 081 7 - International Chamber of Shipping, Oil Companies International Marine Forum and International Association of Ports and Harbors, 1996
- [6] F. P. Lees, **Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control**, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, 1996
- [7] **European Model Code of Safe Practice in the Storage and Handling of Petroleum Products, Part II: Design, Layout and Construction**, The Institute of Petroleum (IP), London
- [8] **IMO Ship/shore safety checklist and guidelines**, IMO
- [9] **The Storage of LPG at fixed installations, HS(G)34**, Health and Safety Executive (HSE), 1987
- [10] **The loading and unloading of bulk flammable liquids and gases at harbours and inland waterways, GS 40**, Health and Safety Executive (HSE), 1986
- [11] **RGPT (Règlement Général pour la Protection du Travail) (art. 363bis)**
- [12] **RGIE (Règlement Général pour les Installations Electriques)**
- [13] T. A. Kletz, **What Went Wrong? Case histories of process plant disasters**, Gulf Publishing Company, Houston, Aug. 1986
- [14] **The Accident Database**, The Institution of Chemical Engineers (IChemE), 1997
- [15] **Safety of machinery - Guidance and recommendations for the avoidance of hazards due to static electricity**, draft nov 1996, CEN/TC 114 N 481, CEN/TC 305 N 120
- [16] **prEN 12115, Rubber and thermoplastics hoses and hose assemblies for liquid or gaseous chemicals - Specification**, September 1995

- [17] **Health, Safety, Environment and Quality assessment system for tank storage terminals: Technical questionnaire**, CEFIC, 12-8-1994
- [18] J. Bond, **Violent Polymerisation**, Loss Prevention Bulletin 65, IChemE
- [19] **Guidelines for safe storage and handling of reactive materials**, Center for Chemical Process Safety (CCPS), AIChE 1995
- [21] **ASME B31.4, Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids**, 1992 edition addendum a
- [22] **Technisch dossier TD40, 'Vaste propaanreservoirs'** NVBB, Ottignies - Louvain La Neuve, Oct 1981
- [23] **Comparison of LPG-related regulations in the European Community countries and the USA**, C2072, Joint Research Centre, Ispra, 18 February 1991
- [24] **CPR 8-3 : Distributiedepots voor LPG**, Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen, eerste druk 1991
- [25] **CPR 11-5 : Propaan : Vulstations van butaan- en propaanflessen**, Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen, eerste druk 1991
- [26] **prEN 1439 : Bouteilles en acier soudé transportables et rechargeables pour gaz de pétrole liquéfié (GPL) - Procédures de vérification avant, pendant et après le remplissage**, proposition définitive de norme européenne, novembre 1995
- [27] **TC286 WG3 WI:033 : projet de norme CEN sur les centres de remplissage de bouteilles LPG**
- [28] **Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals**, McGuire and White, Printed by Witherby & Co Ltd, London, Second Edition 1996
- [29] **AR du 21/10/68 concernant les dépôts, en réservoirs fixes non réfrigérés, de gaz propane et de gaz butane liquéfiés commerciaux ou de leurs mélanges**
- [30] **AR du 7 décembre 1999 relatif au remplissage, à la distribution et à l'étiquetage des bouteilles de gaz de pétrole liquéfié**
- [31] **AR du 13 juin 1999 portant exécution de la directive du Parlement européen et du Conseil de l'Union européenne du 29 mai 1997 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les équipements sous pression**

*Cette check-list est un document de la  
Direction des risques chimiques  
Administration de la Sécurité du travail  
Ministère de l'Emploi et du Travail  
crc@meta.fgov.be*

*Rédaction finale: ir. Peter Vansina  
Auteurs: ir. Michiel Goethals, ir. Isabelle Rase, ir. Peter Vansina  
Traduction: ir. Brigitte Gielens*

*Cette check-list est disponible via le site internet du Ministère Fédéral de l'Emploi et du  
Travail ([www.meta.fgov.be](http://www.meta.fgov.be))*



# ANNEXE 1


## Analyse PLANOP des installations

**Table des matières**  
**Check-liste: Gaz combustibles liquéfiés**



Direction des risques chimiques

<b>Stockage et (dé)chargement</b>	<b>1</b>
<i>Stockage</i>	3
Réservoir de stockage	3
<i>(Dé)chargement</i>	26
(Dé)chargement de camions ou de wagons-citernes	26
(Dé)chargement de bateaux	36
<i>Tuyauteries</i>	46
Tuyauterie	46
<b>Remplissage et stockage de bouteilles de gaz</b>	<b>58</b>
<i>Station de remplissage pour bouteilles de gaz</i>	59
Bouteille de gaz (station de remplissage)	59

<b>Installation</b>  <b>Stockage et (dé)chargement</b>	
	Direction des risques chimiques

## 1. Description

## 2. Sections et sous-systèmes

### *Stockage*

Réservoir de stockage

### *(Dé)chargement*

(Dé)chargement de camions ou de wagons-citernes

(Dé)chargement de bateaux

### *Tuyauteries*

Tuyauterie

## 3. Points d'attention

### *Construction des réservoirs et des tuyauteries*

La construction a eu lieu suivant un standard de construction.

Pour les réservoirs de LPG et leurs accessoires (tuyauteries et flexibles) mis en service avant le 29/11/1999 : attestation confirmant que la construction répond à l'AR de 68.

Pour les réservoirs et leurs accessoires (tuyauteries et flexibles) mis en service après le 29/11/1999: certificat CE de conformité avec la directive équipements sous pression

Pour tous les réservoirs de LPG: un organisme agréé a établi un rapport dont il ressort que le lieu de stockage satisfait aux prescriptions de l'AR68 (art. 21bis)

### *Zonage*

- Actuel (datant d'après les dernières modifications)?
- Signé par l'Inspection technique?
- Rapport de contrôle de l'installation électrique par un service externe pour les contrôles techniques (min. tous les 5 ans)
- AR68: L'installation électrique satisfait à l'art. 16 de l'AR

### *Signalisation des réservoirs*

Indication sur chaque réservoir de:

- le numéro du réservoir
- le nom du gaz stocké
- les symboles de danger
- la capacité

Plaque signalétique selon l'AR68: numéro, pression de service maximale, pression d'épreuve, lettre E suivie de la date de l'épreuve et du cachet de l'organisme agréé.

### *Signalisation des tuyauteries*

Indication de:

- la direction du flux
- de la substance présente
- sous forme liquide ou gazeuse

### *Signalisation des vannes*

- indication de la position
- indication de la fonction

### *Implantation*

La distance jusqu'aux installations suivantes est suffisamment grande pour éviter les effets domino:

- chaque propriété voisine
- réservoirs de liquides ou de gaz inflammables
- stations de (dé)chargement
- installations où l'on travaille avec des produits inflammables
- structures fragiles et élevées (grandes cheminées, câble haute tension)

Déterminée par une étude de risques ou par un code reconnu (par ex. annexe 1 et 2)

Distances minimales de l'AR68: cfr. annexe 3

Réf.: [1], [3], [4], [6], [7], [14], [24]

### *Accessibilité pour intervention*

Accès aux réservoirs et aux stations de (dé)chargement:

- fixé en concertation avec les pompiers
- via 2 directions différentes (afin d'assurer l'accès en cas de différentes directions de vent)
- suffisamment large pour permettre l'accès aux véhicules d'intervention
- 6 m pour une circulation dans les 2 sens ou 4 m pour un sens unique
- pas de culs-de-sac non signalés (si c'est inévitable, alors il doit être possible de faire demi-tour à la fin)
- une hauteur libre d'au moins 4,20 m (par ex. en dessous des piperacks)
- passage libre autour du réservoir d'au moins 1 m (AR68 art. 3)

Réf. [3], [4], [9], [14], [17], [24], [31]

### *Contrôle d'accès*

Clôture autour de l'entreprise:

- suffisamment élevée (2 m)
- indication de l'interdiction d'accès
- contrôle d'accès
- portes et portails non contrôlés verrouillés.

Réf. AR art 19, [3], [4], [7], [24]


### *Eclairage et éclairage de secours*

- Au niveau des postes de (dé)chargement:

- Sûr du point de vue explosion ou installé en dehors de la zone d'explosion

Réf. [1], [4], [11], [12], [24]

---

<p><b>Sous-système</b></p> <p><b>Réservoir de stockage</b></p>	
	<p>Direction des risques chimiques</p>

## 1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: Stockage

### Liste des sources de causes:

#### *Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

##### *Phénomènes engendrant une pression élevée*

- Production de chaleur due à une polymérisation
- Expansion thermique de liquide emprisonné
- Input de chaleur d'un feu externe
- Pression d'alimentation

##### *Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

- Collision avec des véhicules
- Affaissement
- Charge aérienne sur le réservoir enterré

#### *Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

##### *Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

- Conditions corrosives internes
- Conditions corrosives externes

##### *Phénomènes engendrant des températures trop élevées (menace pour l'env.)*

- Affaissement des appuis

##### *Phénomènes engendrant des températures basses*

- Expansion de gaz liquéfiés

#### *Ouvertures dans l'enveloppe*

##### *Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

- Drainage de l'eau

### Liste des étapes de libération:

#### *Libération*

- Rupture ou fuite au réservoir de stockage

#### *Propagation*

- Formation d'un nuage explosif
- Propagation via les égouts

#### *Impact*

- Ignition
- Feu

## 4. Sources de causes et mesures correspondantes

### Production de chaleur due à une polymérisation

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

#### **Description:**

Nature des tensions: surpression

Cette source de cause est entre autres applicable pour:

- le chlorure de vinyl monomère (VCM)
- le butadiène.

#### **Causes:**

OU C1 Présence d'initiateurs et/ou de catalyseurs

OU C1.1 Initiation par des contaminations dans les tuyaux de (dé)chargement (M7)

OU C1.2 Initiation par des particules de rouille (M5)

OU C1.3 Présence de peroxydes

Butadiène (max. 150 ppm O<sub>2</sub>) et VCM forment des peroxydes avec l'oxygène, qui peuvent initier une polymérisation explosive

C1.3.1 Présence d'oxygène (M6)

OU C1.4 Retour de flux de l'unité de production (M4)

OU C2 Pas d'inhibiteur ou en insuffisance (M3)

OU C2.1 Consommation d'inhibiteur

#### **Etapas de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

#### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Alarme de température ou de pression

Les actions à prendre alors sont décrites dans une instruction.

Une alternative à une alarme de température élevée est une alarme sur la vitesse d'augmentation de la température

Réf. [6], [18], [19]

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

## *Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

### M2 Soupape de sécurité

Une soupape de sécurité peut uniquement être acceptée comme mesure pour une source de cause s'il peut être démontré (à l'aide de calculs) que la décharge de pression a été dimensionnée pour la source de causes concernée. Les calculs donnent:

- la capacité exigée pour la source de cause concernée
- la capacité réelle de la soupape de sécurité installée.

Réf.:

- polymérisation: [6], [18], [19]
- autres: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Décharge de pression*

#### *Accumulation d'eau dans la ligne d'évent*

L'accumulation d'eau est un problème:

- l'eau peut corroder la soupape
- la glace peut empêcher le bon fonctionnement de la soupape de sécurité.

Mesures:

- trou de drainage (pas pointé vers le réservoir)
- protection contre la pluie.

#### *Fiabilité*

- Les soupapes de sécurité sont reprises dans un programme d'inspection périodique.
- AR68: démontage et retarage des soupapes de sécurité tous les 10 ans.

#### *Montée en pression entre le disque de rupture et la soupape de sécurité*

Une contre-pression peut se développer entre le disque de rupture et la soupape de sécurité suite à de petites fuites dans le disque de rupture.

Mesures:

- mesure de la pression + alarme entre le disque de rupture et la soupape de sécurité
- mesure de la pression + alarme repris dans un programme d'inspection.

#### *Attaque des soupapes de sécurité*

L'attaque par des produits corrosifs peut être prévenue par le placement d'un disque de rupture avec mesure de la pression entre le disque de rupture et la soupape.

C'est en tout cas d'application avec les amines.

#### *Liaison avec l'espace à protéger*

La liaison avec l'espace à protéger est assurée:

- ou bien présence d'aucune vanne manuelle permettant d'isoler la soupape de sécurité
- ou bien système de verrouillage garantissant la position ouverte de la vanne manuelle.

#### *Localisation de la décharge*

La décharge de pression se fait:

- pas dans la direction de tuyauteries ou de réservoirs
- débouche à min 2 m au-dessus du réservoir et à 3 m au-dessus du sol.

#### *Forces de réaction dans le flux déchargé*

Les lignes d'évent sont conçues de manière à ne pas fléchir lors de la décharge.

#### *Bouchage*

Des soupapes de sécurité peuvent être bloquées sur leur siège à cause de produits collants ou polymérisants. De tels produits peuvent également boucher la conduite de décharge.

Mesures:

- placement d'un disque de rupture.

## *Influence sur une cause*

### M3 Contrôle de la concentration en inhibiteur

Les contrôles sont effectués:

- lors de la livraison
- périodiquement (par ex. mensuellement)

Réf. [6], [18], [19]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Pas d'inhibiteur ou en insuffisance

- M4 Protection contre le retour de flux  
Réf.: [6], [18], [19]  
*Couche: Sécurité* *Type: Boucles de sécurité*  
Influence sur cause: Retour de flux de l'unité de production  
*Fiabilité*  
- En exécution redondante  
- Reprise dans un programme d'inspection
- M5 Le matériau intérieur de l'enveloppe est résistant à la corrosion  
Réf. [6], [18], [19]  
*Couche: Enveloppe* *Type: Passives*  
Influence sur cause: Initiation par des particules de rouille
- M6 Procédure de rinçage pour éviter la présence d'oxygène  
La procédure de rinçage est appliquée pour chaque mise en service.  
*Couche: Contrôle* *Type: Procédurier*  
Influence sur cause: Présence d'oxygène
- M7 Isoler tuyaux de (dé)chargement et connexions quand ils ne sont pas utilisés  
*Couche: Contrôle* *Type: Procédurier*  
Influence sur cause: Initiation par des contaminations dans les tuyaux de (dé)chargement



## Expansion thermique de liquide emprisonné

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### Description:

Nature des tensions: surpression

### Causes:

ET C1 Le réservoir de stockage est isolé

ET C2 Pas d'espace libre ou en insuffisance pour l'expansion thermique

C2.1 Niveau liquide au-dessus du niveau où l'expansion conduit au surremplissage (M2;M3;M4)

ET C3 Augmentation de la température

### Étapes de libération:

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### Mesures:

*Influence sur la source de causes*

M1 Couche de peinture réfléchissant le rayonnement thermique

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur une cause*

M2 Contrôle de l'espace libre avant remplissage

Repris dans la procédure de chargement: contrôle de l'espace libre avant remplissage tenant compte du taux maximum de remplissage.

Taux maximum de remplissage:

- pour le propane: 0,45 kg/l

- pour le VCM, 0,85 kg/l

Réf.: [1], [4], [6], [10], [13], [23], [24]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Niveau liquide au-dessus du niveau où l'expansion conduit au surremplissage

M3 Mesure de niveau avec alarme

Le signal d'alarme est donné à un endroit où les opérateurs sont présents.

La consigne d'alarme est fixée de manière à avoir encore suffisamment de temps pour intervenir.

La réaction est décrite dans une instruction.

Cette alarme n'est pas une alternative pour une sécurité automatique de surremplissage.

Réf.: [1], [4], [6], [10], [13], [23], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

Influence sur cause: Niveau liquide au-dessus du niveau où l'expansion conduit au surremplissage

M4 Sécurité de surremplissage du réservoir de stockage

Arrêt automatique du remplissage (arrêt de la pompe et fermeture des vannes) sur base d'une mesure qui n'est pas utilisée pour le contrôle du procédé de remplissage.

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

Influence sur cause: Niveau liquide au-dessus du niveau où l'expansion conduit au surremplissage

*Fiabilité*

La sécurité de surremplissage est reprise dans un programme d'inspection.

## Input de chaleur d'un feu externe

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### Description:

Nature des tensions: surpression

### Causes:

OU C1 Feu dans le voisinage du réservoir de stockage

OU C1.1 Feu au niveau des pompes ou des compresseurs (M10)

Les pompes et les compresseurs sont de points sensibles pour des fuites.

OU C1.2 Feu au niveau de la tuyauterie de drainage (M7)

OU C1.3 Présence de matériau combustible

OU C1.3.1 Déchets combustibles (M8)

OU C1.3.2 Herbes sèches, broussailles (M9)

OU C1.4 Accumulation de liquide combustible sous le réservoir de stockage (M6)

### Etapas de libération:

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### Mesures:

*Influence sur la source de causes*

M1 Isolation ou revêtement résistant au feu

L'efficacité ressort de la documentation de conception.

Réf.: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M2 Système de déluge

Réf.: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Systèmes d'extinction*

*Dimensionnement*

Débit suivant un code de bonne pratique (règle courante: 10 l/min m<sup>2</sup> de surface du réservoir).

*Activation*

Peut être activé manuellement.

*Fiabilité*

Le système est testé régulièrement. Ces tests sont repris dans un programme d'inspection.

M3 Recouvrement de terre

- sous-terre ou enterré
- au moins 0,3m de recouvrement de terre

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M4 Soupape de sécurité

Une soupape de sécurité peut uniquement être acceptée comme mesure pour une source de cause s'il peut être démontré (à l'aide de calculs) que la décharge de pression a été dimensionnée pour la source de causes concernée. Les calculs donnent:

- la capacité exigée pour la source de cause concernée
- la capacité réelle de la soupape de sécurité installée.

Réf.:

- polymérisation: [6], [18], [19]
- autres: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Décharge de pression*

*Points d'attention: voir source de cause Production de chaleur due à une polymérisation*

M5 Alarme de pression

Une alternative est une mesure de la température.  
La réaction suite à l'alarme est décrite dans une instruction.  
L'alarme est donnée là où il y a une surveillance permanente.  
Réf. [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

*Influence sur une cause*

M6 Sol en pente en-dessous du réservoir de stockage

Réf.: [1], [3], [9], [24]  
Evacuation vers un point de recueillement ou une zone de vaporisation suffisamment éloignée des réservoirs afin de minimaliser les effets du rayonnement thermique sur les réservoirs.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Accumulation de liquide combustible sous le réservoir de stockage

M7 La tuyauterie de drainage aboutit suffisamment loin du réservoir

Au moins 5 mètres.  
Réf.: [1], [3], [9], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Feu au niveau de la tuyauterie de drainage

M8 Inspections périodiques de la présence de matériaux combustibles

*Couche: Contrôle*

*Type: Inspection & entretien*

Influence sur cause: Déchets combustibles

M9 Absence de végétation combustible

On n'utilise pas de désherbants oxydants.  
Réf.: [3], [4], [9]. AR68 art. 20

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Herbes sèches, broussailles

M10 Pompes et compresseurs à une distance de sécurité du réservoir

Au moins 1,5 mètre  
Réf.: [1], [3], [9], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Feu au niveau des pompes ou des compresseurs

## Pression d'alimentation

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### Description:

Nature des tensions: surpression

### Causes:

ET C1 Toutes les tuyauteries de sortie isolées

ET C2 Réservoir complètement rempli

ET C3 La pompe de remplissage alimente le réservoir (M3)

### Etapas de libération:

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### Mesures:

*Influence sur la source de causes*

M1 Mesure de niveau avec alarme

Le signal d'alarme est donné à un endroit où les opérateurs sont présents.

La consigne d'alarme est fixée de manière à avoir encore suffisamment de temps pour intervenir.

La réaction est décrite dans une instruction.

Cette alarme n'est pas une alternative pour une sécurité automatique de surremplissage.

Réf.: [1], [4], [6], [10], [13], [23], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

*Points d'attention: voir source de cause Expansion thermique de liquide emprisonné*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Soupape de sécurité

Une soupape de sécurité peut uniquement être acceptée comme mesure pour une source de cause s'il peut être démontré (à l'aide de calculs) que la décharge de pression a été dimensionnée pour la source de causes concernée. Les calculs donnent:

- la capacité exigée pour la source de cause concernée

- la capacité réelle de la soupape de sécurité installée.

Réf.:

- polymérisation: [6], [18], [19]

- autres: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Décharge de pression*

*Points d'attention: voir source de cause Production de chaleur due à une polymérisation*

*Influence sur une cause*

M3 Sécurité de surremplissage du réservoir de stockage

Arrêt automatique du remplissage (arrêt de la pompe et fermeture des vannes) sur base d'une mesure qui n'est pas utilisée pour le contrôle du procédé de remplissage.

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

*Influence sur cause: La pompe de remplissage alimente le réservoir*

*Points d'attention: voir source de cause Expansion thermique de liquide emprisonné*

## Collision avec des véhicules

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Impact

### **Causes:**

### **Étapes de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Pas de route (interne ou externe) dans le voisinage des réservoirs

Réf.: [4], [23]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M2 Protection robuste

Réf. [4], [23]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## Affaissement

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Tensions complexes

### **Causes:**

O1 Sous-sol instable

O1.1 Terre de remblais

### **Etapas de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Fondation stable

La stabilité est à démontrer via des calculs.

Réf. [1], [6], [14], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Programme de mesures pour suivre l'affaissement

Réf. [1], [6], [14], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Inspection & entretien*

## Charge aérienne sur le réservoir enterré

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Pression externe

### **Causes:**

OU C1 Circulation au-dessus du réservoir

OU C2 Bâtiment ou autre installation au-dessus du réservoir

### **Etapas de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Protection par un sol adapté au-dessus du réservoir

AR68 art. 3 parle d'un sol épais incombustible de résistance suffisante.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## Conditions corrosives internes

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Corrosion

### **Causes:**

OU C1 Présence de substances corrosives en circonstances normales

OU C2 Présence de substances corrosives en conditions anormales

### **Etapas de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Inspection périodique de l'enveloppe

On doit essayer de réduire au minimum le nombre de pénétrations dans un réservoir.

*Couche: Sécurité*

*Type: Inspection &entretien*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Le matériau intérieur de l'enveloppe est résistant à la corrosion

Réf. [6], [18], [19]

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

*Points d'attention: voir source de cause Production de chaleur due à une polymérisation*



## Conditions corrosives externes

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

### Description:

Nature de l'attaque: Corrosion

### Causes:

OU C1 Conditions corrosives sous le sol (M4)

Pour les réservoirs enterrés ou sous-tertre.

OU C2 Accumulation d'humidité au niveau des appuis (M6)

Typiques pour les réservoirs horizontaux

OU C3 Humidité sous l'isolation (M5)

OU C4 Réservoir installé à l'extérieur

### Etapas de libération:

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### Mesures:

*Influence sur la source de causes*

M1 Du sable pur est utilisé pour la mise sous-tertre

Ce sable doit entre autres être exempt d'ions de chlore. La pureté du sable doit être confirmée à l'aide d'une attestation du fournisseur.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Inspection de l'enveloppe extérieure

Reprise dans un programme d'inspection

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

*Fréquence*

Pour les réservoirs:

- Vlareem: tous les 5 ans, examen par un expert reconnu

- AR68: examen tous les 5 ans par un service externe pour les contrôles techniques

M3 Réservoir de stockage recouvert d'une peinture résistant à la corrosion

AR68: art 14, 21

[1], [4], [24]

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

*Influence sur une cause*

M4 Protection cathodique

AR68 art 3

[1], [4], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Conditions corrosives sous le sol

*Fiabilité*

Le bon fonctionnement de la protection cathodique est contrôlé périodiquement.

M5 Isolation autour du réservoir de stockage étanche à l'eau et l'humidité de l'air

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Humidité sous l'isolation

M6 Appuis conçus de manière à éviter l'accumulation d'eau

Pour les réservoirs horizontaux: plaque de doublage soudée sur tout le contour

AR68 art 14, 21

Réf. [1], [4], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Accumulation d'humidité au niveau des appuis

## Affaissement des appuis

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe  
Phénomènes engendrant des températures trop élevées (menace pour l'env.)*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Fluage

### **Causes:**

ET O1 Feu externe

### **Etapes de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Les appuis ont une résistance au feu de 2 heures

Solutions possibles:

- appuis en béton

- isolation résistant au feu

Réf. [2], [4], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M2 Refroidissement à l'eau des appuis

Le refroidissement des appuis doit être suffisant pour atteindre une résistance au feu de 2 heures.

*Couche: Sécurité*

*Type: Systèmes d'extinction*

## Expansion de gaz liquéfiés

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant des températures basses*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Fatigue du matériel de construction

La vaporisation s'accompagne d'un grand effet de refroidissement.

### **Causes:**

OU C1 Fuite à un réservoir ou à des accessoires

OU C2 Introduire des gaz liquéfiés dans un réservoir pas sous pression (M2)

OU C3 Ouverture d'un réservoir de stockage

OU C4 Vidange d'un réservoir (par ex. envoi à la torchère)

### **Etapas de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Matériau de construction résistant à la température la plus basse possible

La température minimale qui peut survenir est le point d'ébullition atmosphérique du gaz liquéfié.

La température minimale de conception ressort de la documentation de conception et des certificats de matériaux.

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

*Influence sur une cause*

M2 Introduction guidée des gaz lors du démarrage

Jusqu'à ce que la pression d'équilibre soit atteinte (la tension de vapeur à température ambiante), les gaz liquéfiés sont introduits lentement de manière à ce qu'aucun refroidissement spontané ne puisse avoir lieu.

Ce point est repris dans la procédure de démarrage.

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Introduire des gaz liquéfiés dans un réservoir pas sous pression

## Drainage de l'eau

*Ouvertures dans l'enveloppe*

*Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

### **Description:**

Fréquence d'utilisation:

### **Causes:**

OU O1 Givrage en position ouverte de la vanne vers l'environnement (M2)

OU O2 L'opérateur oublie de fermer la tuyauterie de drainage (M1;M3)

### **Etapas de libération:**

Rupture ou fuite au réservoir de stockage

### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 L'opération de drainage est décrite dans une instruction

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: L'opérateur oublie de fermer la tuyauterie de drainage

M2 La tuyauterie de drainage dispose de 2 vannes d'arrêt en série

Les 2 vannes d'arrêt sont suffisamment éloignées l'une de l'autre de manière à exclure le givrage simultané.

Réf.: [1], [24]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Givrage en position ouverte de la vanne vers l'environnement

M3 Les vannes du drainage ne peuvent pas être bloquées en position ouverte

Solutions possibles:

- une des vannes d'arrêt est une vanne homme mort
- il y a un verrouillage mutuel entre les 2 vannes.

Réf.: [1], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Décharge de pression*

Influence sur cause: L'opérateur oublie de fermer la tuyauterie de drainage

## 5. Etapes de libération et mesures correspondantes

### Rupture ou fuite au réservoir de stockage

*Libération*

**Description:**

**Détails:**

G1 Aux tuyauteries raccordées (M2;M5;M6)

G2 Rupture de manomètre (M3;M4)

**Mesures:**

M1 Détection de gaz

Actions:

- donne une alarme dans un lieu occupé en permanence à 20-25 %

LIE

- ferme les vannes d'arrêt

- arrête les pompes et les compresseurs

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Boucles de sécurité

*Localisation des points de mesure*

- autour du réservoir (de sorte que quelque soit la direction du vent, des fuites peuvent être détectées)
- au niveau du sol (max. 0,5m)

*Fiabilité*

La calibration des têtes de mesure est reprise dans un programme d'entretien.

M2 Système d'isolement du réservoir de stockage

Vannes d'arrêt:

- sur toutes les tuyauteries de liquide.

- sur toutes les tuyauteries de gaz avec un diamètre d'au moins 8 mm.

Activation:

- par l'arrêt d'urgence du (dé)chargement

- par l'arrêt d'urgence dans la salle de contrôle (ou autre lieu occupé en permanence)

- par la détection gaz

L'activation du système d'isolement active automatiquement l'arrêt des pompes et compresseurs.

Réf. [1], [4], [6], [10], [24]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Boucles de sécurité

**Influence sur détail:** Aux tuyauteries raccordées

*Résistance au feu des vannes d'arrêt*

- Démontrée à l'aide de certificat de test.

Par ex. selon la norme : BS 6755 part 2 (ancien: BS 5146), API 607 ou API 6FA.

- Les joints entre le réservoir et les vannes sont résistants au feu ou la bride est soudée.

*Localisation des vannes d'arrêt*

- aussi près que possible contre le réservoir ou dans le réservoir.

*Fiabilité*

Le système d'isolement est repris dans un programme d'inspection.

*Signalisation des vannes d'arrêt*

- Indication de la position (ouverte/fermée)

*Position fail safe des vannes d'arrêt*

- La position fail safe est la position fermée

Par ex. la fonte des tuyaux d'alimentation en air place ces vannes dans une position de sécurité

M3 Vanne d'arrêt entre le manomètre et le réservoir

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Indéfini

**Influence sur détail:** Rupture de manomètre

M4 Le manomètre est placé au-dessus du niveau maximum de liquide

*Couche:* Procédé

*Type:* Passives

**Influence sur détail:** Rupture de manomètre

- M5 Vannes de limitation du débit**  
 Sur les tuyauteries de sortie. Ce n'est pas une alternative pour le système d'isolement du réservoir de stockage (vu la faible fiabilité de cet équipement).  
 Réf. [1], [4], [6], [10], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Vannes automatiques*  
 Influence sur détail: Aux tuyauteries raccordées  
*Fiabilité*  
 Repris dans un programme d'inspection  
*Localisation*  
 Le plus près possible contre le réservoir
- M6 Clapet anti-retour**  
 Sur les tuyauteries d'entrée. Ce n'est pas une alternative pour le système d'isolement du réservoir de stockage (vu sa fiabilité insuffisante).  
 AR68 art 13  
 Réf. [1], [4], [6], [10], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Vannes automatiques*  
 Influence sur détail: Aux tuyauteries raccordées  
*Fiabilité*  
 Repris dans un programme d'inspection.

## Formation d'un nuage explosif

*Propagation*

### **Description:**

### **Détails:**

G1 Ventilation insuffisante (M1;M2)

### **Mesures:**

- M1 Pas d'utilisation ou utilisation limitée de murs autour du réservoir**  
 Un mur peut uniquement être placé si ce mur est nécessaire pour assurer la prévention incendie ou la distance de séparation nécessaire (AR68) et uniquement sur un des côtés du réservoir. Dans ce cas, les murs doivent disposer de la résistance au feu nécessaire (càd des murs coupe-feu). Des murs n'entravent pas uniquement la ventilation mais peuvent également rendre difficile la fuite et la lutte contre le feu.  
 Réf. [3], [4], [9], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*  
 Influence sur détail: Ventilation insuffisante
- M2 Pas installé dans ou sur des bâtiments ou dans des puits**  
 AR68 art. 3  
*Couche: Procédé* *Type: Passives*  
 Influence sur détail: Ventilation insuffisante

## Propagation via les égouts

*Propagation*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

M1 Chambres de compensation dans les égouts

Les égouts sont équipés d'un système qui empêche la propagation des gaz inflammables (par ex. coupe-air).

AR 68 art 20

Réf. [24], [17]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*



# Ignition

*Impact*

## Description:

## Détails:

- D1 Electricité statique (M3)
- D2 Etincelles électriques (M4;M5)
- D3 Par une flamme nue (M6)

## Mesures:

- M1 Revêtement de sol suffisamment conducteur  
Suffisamment conducteur: béton non traité  
Insuffisamment conducteur: asphalte, résines époxy  
Réf. [20]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- M2 Le port de semelles anti-statiques  
- pour le personnel propre  
- pour les tiers (par ex. les chauffeurs de camion)  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*
- M3 Mise à la terre du réservoir de stockage  
Résistance max. 10 ohm.  
Réf.: AR art. 20, [3], [4], [9]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*  
Influence sur détail: Electricité statique  
*Inspection*  
Repris dans un programme d'inspection
- M4 Installation électrique sûre du point de vue explosion  
Réf.: [3], [4], [6], [7], [24], [25] [27],  
AR art 16  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*  
Influence sur détail: Etincelles électriques  
*Plan de zonage pour le sous-système considéré*  
- approuvé par l'Inspection technique  
- actuel  
*Rapport du contrôle électrique pour le sous-système concerné*  
- basse tension: tous les 5 ans sauf si mentionné autrement dans le dernier rapport de contrôle  
- le rapport de contrôle ne mentionne aucune infraction  
- AR68: installation conforme à l'article 16
- M5 Défense d'utiliser des GSM, des radios et autre appareillage mobile non Ex  
- Indiquée sur place à l'aide de pictogramme  
- Indiquée à l'entrée du terrain  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*  
Influence sur détail: Etincelles électriques
- M6 Interdiction de fumer  
- Indiquée sur place à l'aide de pictogramme  
- Indiquée à l'entrée du terrain  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*  
Influence sur détail: Par une flamme nue

## Impact

## Description:

## Détails:

## Mesures:

### M1 Systèmes fixes d'extinction

- systèmes de déluge
  - moniteurs
  - hydrants (dans les 50m de chaque risque de feu)
- Réf. AR art 20, [4], [3], [6], [10], [17], [24]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Systèmes d'extinction

#### *Dimensionnement*

Moyens de lutte contre le feu déterminés en collaboration avec les pompiers (rapport).

#### *Réserves d'eau d'extinction et/ou de mousse d'extinction*

Réserves d'eau et/ou de mousse d'extinction:

- réservoir d'eau suffisamment grand et/ou réserve naturelle (canal, fleuve, ...) (\*)
- réserve suffisamment grande de mousse d'extinction (\*)
- le point d'aspiration pour l'eau d'extinction est protégé contre la prise de blocs.
- point de raccordement pour bateau d'extinction
- contrôle régulier des réserves en eau et en mousse d'extinction
- véhicule d'extinction à poudre
- pompes de réserve, qui fonctionnent également lors d'une panne de courant (diesel)

(\*) Réserve suffisante pour un minimum de 30 minutes de lutte contre le feu et de refroidissement

#### *Protection des systèmes d'extinction*

Protection des moyens d'extinction contre:

- corrosion
    - protection cathodique
    - couche protectrice
  - gel (sont enterrés suffisamment profondément, chauffé, système sec, ...)
  - contre les dégâts mécaniques de la circulation routière
  - feu/explosion
    - caserne des pompiers, pompes d'eau d'extinction, ... sont
      - situées en dehors de chaque zone dangereuse
      - à min. 30 m du risque de feu le plus proche
      - installées dans un bâtiment résistant au feu et aux explosions
    - les tuyauteries sont protégées contre les conséquences d'une explosion
- Le réseau d'eau d'extinction est formé de boucle(s) et équipé de vannes de sectionnement.  
Réf. [17], [24]

#### *Inspection de moyens de lutte contre le feu*

- suivant un programme d'inspection
  - les inspections sont enregistrées
  - le programme d'inspection contient entre autres :
    - pompes d'eau d'extinction (fonctionnement, réserve de diesel) (hebdomadaire)
    - installations de sprinklage / isolation résistant au feu (mensuel)
    - le raccordement pour bateaux d'extinction est opérationnel.
- Réf. [7], [17], [24]

#### *Signalisation*

- les tuyauteries d'eau et les hydrants sont peints en rouge

### M2 Extincteurs portables

- installés stratégiquement

Réf. AR art 20, [4], [14], [24]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Systèmes d'extinction

#### *Formation*

Les travailleurs reçoivent un entraînement périodique sur l'utilisation des extincteurs portables.

#### *Inspection et entretien*


- Les extincteurs portables sont repris dans un programme d'inspection ou d'entretien
- contrôle visuel mensuel de leur présence et de leur bon état
  - contrôle annuel

M3 Manche à air  
- visible

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

---

<p><b>Sous-système</b></p> <p><b>(Dé)chargement de camions ou de wagons-citernes</b></p>	
	<p>Direction des risques chimiques</p>

## 1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: (Dé)chargement

### Liste des sources de causes:

#### *Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

- Expansion thermique du liquide emprisonné
- Input de chaleur d'un feu externe

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

- Mouvement des véhicules raccordés

#### *Ouvertures dans l'enveloppe*

*Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

- Point de raccordement pour flexible ou bras de (dé)chargement

#### *Points faibles*

*Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

- Flexibles

### Liste des étapes de libération:

#### *Libération*

- Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

#### *Propagation*

- Propagation d'une fuite de liquide

#### *Impact*

- Ignition
- Feu

## 4. Sources de causes et mesures correspondantes

### Expansion thermique du liquide emprisonné

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

#### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

#### **Causes:**

ET C1 Espace libre insuffisant pour la dilatation (M1;M2;M3)

ET C2 Réchauffement du liquide emprisonné

#### **Etapas de libération:**

#### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 Vérification de la capacité disponible avant chargement

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

*Repris dans la procédure de chargement*

M2 Contrôle du niveau

Mise à l'arrêt automatique du chargement lorsque la quantité fixée a été pompée.

Cette mesure de contrôle n'est pas une alternative pour le sécurité de surremplissage du récipient de transport.

Réf.: [6], [7], [13], [24]

*Couche: Contrôle*

*Type: Boucle de contrôle*

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

M3 Sécurité de surremplissage du récipient de transport

Arrête automatiquement le chargement lors d'une détection de niveau haut. Fonctionne indépendamment du contrôle du niveau.

Réf.: [6], [7], [13], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

*Fiabilité*

Un test du circuit complet est repris dans un programme d'inspection.

## Input de chaleur d'un feu externe

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

### **Causes:**

OU C1 Feu dans une installation voisine

OU C2 Feu dû à une fuite au camion/wagon-citerne (M2)

### **Etapas de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Système de déluge pour l'installation de (dé)chargement

Réf.: [1], [2], [4], [23], [24], [25], [31]

*Couche: Sécurité*

*Type: Systèmes d'extinction*

*Activation*

Peut être activé manuellement.

*Influence sur une cause*

M2 Sol en pente sous le lieu de (dé)chargement vers recueillement

Réf.: [1], [3], [9], [24]

Ecoulement vers un point de recueillement ou une zone de vaporisation suffisamment éloigné du camion ou wagon-citerne afin de minimaliser les effets du rayonnement thermique.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Feu dû à une fuite au camion/wagon-citerne

## Mouvement des véhicules raccordés

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Forces de traction

### **Causes:**

OU O1 Départ du véhicule raccordé (M2)

OU O2 Collision entre un autre véhicule et le véhicule raccordé (M3;M4)

### **Etapas de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Le placement de blocages des roues

Réf. AR art 20, [6], [13], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

*Influence sur une cause*

M2 Chauffeur non autorisé dans le camion-citerne pendant le transfert

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Départ du véhicule raccordé

M3 Aucun trafic interne près des lieux de (dé)chargement

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Collision entre un autre véhicule et le véhicule raccordé

M4 Placement de barrières temporaires

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Collision entre un autre véhicule et le véhicule raccordé

## Point de raccordement pour flexible ou bras de (dé)chargement

*Ouvertures dans l'enveloppe*

*Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

### **Description:**

Fréquence d'utilisation: Lors de chaque (dé)chargement

### **Causes:**

C1 Déconnexion alors que des substances dangereuses sont encore présentes (M1)

### **Etapes de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 Vidange des liaisons temporaires avant déconnexion

Cela sous-entend bien entendu que les commodités physiques pour ce faire soient présentes. Un manomètre permet de constater que la liaison n'est plus sous pression.

Pour la vidange, on n'utilise pas d'air comprimé.

Cette opération est imposée dans l'instruction de (dé)chargement.

Réf. [10], [24]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Déconnexion alors que des substances dangereuses sont encore présentes



## Flexibles

*Points faibles*

*Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

### **Description:**

Nature du point faible: Sensible à l'usure

### **Causes:**

OU C1 Attaque lorsqu'il n'est pas utilisé

OU C2 Utilisation fréquente

### **Etapas de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Système de rangement pour les flexibles

L'utilisation de ce système est naturellement prévue dans les procédures.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Test d'étanchéité avant chaque utilisation

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

M3 Epreuves hydrauliques

Minimum annuelle

*Couche: Sécurité*

*Type: Inspection &entretien*

## 5. Etapes de libération et mesures correspondantes

### Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

*Libération*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

- M1 Présence permanente de l'opérateur de (dé)chargement  
Réf. AR art 15, [6], [10], [11], [13]  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Procédurier
- M2 Break-away coupling  
Réf.: Pour les camions/wagons-citernes: [6], [13], [24]. Pour les bateaux: [10], [17], [24]  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Vannes automatiques
- M3 Ridoir  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Vannes automatiques
- M4 Système d'isolement de la liaison temporaire  
Vannes d'arrêt:  
- du côté du camion ou wagon-citerne  
- du côté du raccord avec l'installation fixe  
Activation  
- par l'arrêt d'urgence  
- par la détection gaz  
Réf. [11], [13], [14]  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Boucles de sécurité
- M5 Détection gaz au (dé)chargement de camion ou wagon-citerne  
Actions:  
- donner l'alarme dans la salle de contrôle lors d'un détection de 20-25% LIE  
- fermer automatiquement les vannes commandables à distance (lors de plusieurs détections)  
- stopper automatiquement le (dé)chargement  
Réf.: [3], [24]  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Boucles de sécurité  
*Fiabilité*  
- repris dans un programme d'inspection  
*Localisation des points de mesure*  
- aux endroits stratégiques de la station de (dé)chargement  
- près du sol
- M6 Arrêt d'urgence du (dé)chargement de camion ou wagon-citerne  
Actions:  
- fermer automatiquement les vannes commandables à distance  
- stopper automatiquement les pompes  
- donner l'alarme dans la salle de contrôle  
*Couche:* Limitation des dommages *Type:* Boucles de sécurité  
*Localisation*  
- situés sur les voies d'évacuation

## Propagation d'une fuite de liquide

*Propagation*

### **Description:**

### **Détails:**

D1 Sur le sol (M2)

D2 Via les égouts (M1)

### **Mesures:**

M1 Chambres de compensation dans les égouts

Les égouts sont équipés d'un système qui empêche la propagation des gaz inflammables (par ex. coupe-air).

AR 68 art 20

Réf. [24], [17]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Via les égouts

M2 Sol en pente sous le lieu de (dé)chargement vers recueillement

Réf.: [1], [3], [9], [24]

Écoulement vers un point de recueillement ou une zone de vaporisation suffisamment éloigné du camion ou wagon-citerne afin de minimaliser les effets du rayonnement thermique.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Sur le sol

# Ignition

*Impact*

## Description:

## Détails:

- D1 Par des étincelles électriques
  - D1.1 Déchargement électrostatique (M8;M6)
  - D1.2 Equipement électrique (M4;M5)
  - D1.3 Courants vagabonds (M7)

## Mesures:

- M1 Appareils mobiles sûrs du point de vue de l'explosion
- moyens de communication
  - radios
  - lampe-torches
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- M2 Le port de semelles anti-statiques
- pour le personnel propre
  - pour les tiers (par ex. les chauffeurs de camion)
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*
- M3 Le chauffage de la cabine du camion est arrêté
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*
- M4 Installation électrique sûre du point de vue explosion
- Réf.: [3], [4], [6], [7], [24], [25] [27],  
AR art 16
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- Influence sur détail: Equipement électrique
- Plan de zonage pour le sous-système considéré*
- approuvé par l'Inspection technique
  - actuel
- Rapport du contrôle électrique pour le sous-système concerné*
- basse tension: tous les 5 ans sauf si mentionné autrement dans le dernier rapport de contrôle
  - le rapport de contrôle ne mentionne aucune infraction
  - AR68: installation conforme à l'article 16
- M5 Pompes sûres du point de vue explosion
- Egalement si le (dé)chargement a lieu avec la pompe du camion.
  - Le camion ne peut pas utiliser son moteur propre pour faire fonctionner la pompe
  - Les moteurs diesel sont équipés d'un capteur de flammes à l'échappement et d'un étrangleur sur l'arrivée d'air.
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- Influence sur détail: Equipement électrique
- M6 Mise à la terre des rails
- Réf. [6], [7], [10]
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- Influence sur détail: Déchargement électrostatique
- M7 Isolation électrique des rails du reste du réseau ferroviaire
- Cette mesure est surtout plus importante dans le voisinage de lignes de chemin de fer électrifiées.
- Réf. [6], [7], [10]
- Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- Influence sur détail: Courants vagabonds

- M8 Placement d'une liaison équipotentielle  
Entre le camion ou le wagon-citerne et l'installation fixe  
Réf. AR art 20, [6], [10], [14], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*  
Influence sur détail: Déchargement électrostatique
- M9 Verrouillage de la liaison équipotentielle  
Un interlock qui empêche le (dé)chargement aussi longtemps que la résistance de la liaison équipotentielle est trop élevée.  
Réf. [6], [10], [14], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Boucles de sécurité*  
Influence sur mesure: Placement d'une liaison équipotentielle  
*Fiabilité*  
- repris dans un programme d'inspection

## Feu


*Impact*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

- M1 Extincteurs portables  
- installés stratégiquement  
Réf. AR art 20, [4], [14], [24]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Systèmes d'extinction*  
*Formation*  
Les travailleurs reçoivent un entraînement périodique sur l'utilisation des extincteurs portables.  
*Inspection et entretien*  
Les extincteurs portables sont repris dans un programme d'inspection ou d'entretien  
- contrôle visuel mensuel de leur présence et de leur bon état  
- contrôle annuel
-

<p><b>Sous-système</b></p> <p><b>(Dé)chargement de bateaux</b></p>	
	<p>Direction des risques chimiques</p>

## 1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: (Dé)chargement

### Liste des sources de causes:

#### *Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

- Expansion thermique de liquide emprisonné
- Coup de bélier dans une liaison temporaire

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

- Mouvement démesuré du bateau

#### *Ouvertures dans l'enveloppe*

*Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

- Point de raccordement du flexible ou du bras de (dé)chargement

#### *Points faibles*

*Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

- Flexibles

### Liste des étapes de libération:

#### *Libération*

- Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

#### *Propagation*

- Propagation d'une fuite de liquide

#### *Impact*

- Ignition
- Feu

## 4. Sources de causes et mesures correspondantes

### Expansion thermique de liquide emprisonné

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

#### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

#### **Causes:**

ET C1 Espace libre insuffisant pour la dilatation (M1;M2)

ET C2 Echauffement du liquide emprisonné

#### **Etapas de libération:**

#### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 Contrôle de l'espace libre avant remplissage

Repris dans la procédure de chargement: contrôle de l'espace libre avant remplissage tenant compte du taux maximum de remplissage.

Taux maximum de remplissage:

- pour le propane: 0,45 kg/l

- pour le VCM, 0,85 kg/l

Réf.: [1], [4], [6], [10], [13], [23], [24]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurieriel*

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

M2 Sécurité de surremplissage sur le bateau

Mise à l'arrêt automatique du remplissage sur base d'une mesure qui n'est pas utilisée pour le contrôle du procédé de remplissage.

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

## Coup de bélier dans une liaison temporaire

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

### **Causes:**

OU C1 Fermeture rapide d'une vanne (M2)

### **Etapas de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Liaison temporaire résistant à la surpression engendrée

La surpression résultante doit être connue.

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

*Influence sur une cause*

M2 Vitesse de fermeture des vannes automatiques adaptée au réseau de tuyauteries

Temps de fermeture de plusieurs secondes dépendant de : vitesse du liquide, longueur de la tuyauterie, nature du gaz liquéfié.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Fermeture rapide d'une vanne



## Mouvement démesuré du bateau

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Force de traction sur une liaison temporaire

### **Causes:**

Dérive du bateau (M1)

### **Etapas de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 Ancrage solide du bateau

Pour ce faire, les commodités nécessaires doivent être présentes.

La façon de la faire est reprise dans une instruction.

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Dérive du bateau

## Point de raccordement du flexible ou du bras de (dé)chargement

*Ouvertures dans l'enveloppe*

*Ouvertures temporaires vers l'atmosphère*

### **Description:**

Fréquence d'utilisation:

### **Causes:**

C1 Déconnexion alors que des substances dangereuses sont encore présentes

### **Étapes de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Vidange des liaisons temporaires avant déconnexion

Cela sous-entend bien entendu que les commodités physiques pour ce faire soient présentes. Un manomètre permet de constater que la liaison n'est plus sous pression.

Pour la vidange, on n'utilise pas d'air comprimé.

Cette opération est imposée dans l'instruction de (dé)chargement.

Réf. [10], [24]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

## Flexibles

*Points faibles*

*Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

### **Description:**

Nature du point faible: Sensible à l'usure

### **Causes:**

OU C1 Attaque lorsqu'il n'est pas utilisé

OU C2 Utilisation fréquente

### **Etapas de libération:**

Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Test d'étanchéité avant chaque utilisation

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

M2 Epreuves hydrauliques

Minimum annuelle

*Couche: Sécurité*

*Type: Inspection &entretien*

## 5. Etapes de libération et mesures correspondantes

### Fuite ou rupture d'une liaison temporaire

*Libération*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

M1 Système d'isolement pour le (dé)chargement

Vannes d'arrêt:

- du côté quai de la liaison temporaire (gaz + liquide)
- du côté bateau de la liaison temporaire (gaz + liquide)

Activation:

- par un mouvement démesuré du bateau
- activées par les arrêts d'urgence
- activés par les détecteurs de gaz
- par la sécurité de surremplissage du bateau

Réf.: [4], [10], [17]

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Boucles de sécurité*

*Position fail safe des vannes*

La position fail safe est fermée.

La vanne se ferme en cas de feu (par ex. par la fonte des conduites d'air comprimé)

M2 Break-away coupling

Réf.: Pour les camions/wagons-citernes: [6], [13], [24]. Pour les bateaux: [10], [17], [24]

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Vannes automatiques*

M3 Détection gaz au (dé)chargement bateau

Actions:

- donner l'alarme dans la salle de contrôle lors d'une détection de 20-25% LIE
- fermer automatiquement les vannes commandables à distance lors de plusieurs alarmes
- arrêter automatiquement le (dé)chargement

Réf.: [3], [24]

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Boucles de sécurité*

*Localisation des points de mesure*

- à des endroits stratégiques sur le quai de (dé)chargement
- près du sol (en cas de jetée: détecteurs flottants)

M4 Arrêts d'urgence du (dé)chargement bateau

Actions:

- fermer automatiquement les vannes commandables à distance
- arrêter automatiquement le (dé)chargement
- donner l'alarme en salle de contrôle

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Boucles de sécurité*

*Placement des boutons d'arrêt d'urgence*

- situés sur les voies d'évacuation
- sur le bateau (relié à l'installation)

M5 Détection de mouvement

Actions:

- fermer les vannes d'arrêt sur le bateau et au quai
- arrêter les pompes

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Boucles de sécurité*

M6 Communication entre le quai et le bateau

A chaque instant, la communication doit être possible entre l'opérateur sur le quai et l'opérateur sur le bateau.  
L'opérateur sur le bateau parle une langue compréhensible et dispose d'une radio portable.  
Réf.: [5], [7], [10], [17], [24]

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Procédurier*

M7 Présence permanente de l'opérateur de (dé)chargement

Réf. AR art 15, [6], [10], [11], [13]

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Procédurier*

## Propagation d'une fuite de liquide

*Propagation*

**Description:**

**Détails:**

D1 Via les égouts (M1)

**Mesures:**

M1 Chambres de compensation dans les égouts

Les égouts sont équipés d'un système qui empêche la propagation des gaz inflammables (par ex. coupe-air).  
AR 68 art 20  
Réf. [24], [17]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Via les égouts

# Ignition

*Impact*

## Description:

## Détails:

G1 Par rupture des courants vagabonds lors de la déconnexion (M1;M2)

G2 Par les articles pour fumeurs (M3)

G3 Par les moyens de communication (M4;M6)

G4 Par l'installation électrique fixe (M5)

## Mesures:

M1 Bride d'isolation sur le bras de (dé)chargement

Au moins 1.000 Ohm

Les éléments avant et après la bride d'isolation sont mis à la terre respectivement du quai et du bateau. C'est pourquoi une seule bride d'isolation ne peut être utilisée et le reste de l'installation doit être suffisamment bien conducteur.

Une liaison équipotentielle seule entre le bateau et l'installation n'est pas suffisante.

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Par rupture des courants vagabonds lors de la déconnexion

M2 Tuyau de (dé)chargement anti-statique

Au moins 10E3 - 10E6 Ohm/m

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Par rupture des courants vagabonds lors de la déconnexion

M3 Interdiction de fumer

- Indiquée sur place à l'aide de pictogramme

- Indiquée à l'entrée du terrain

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Procédurier*

Influence sur détail: Par les articles pour fumeurs

M4 Des moyens de communication sûrs du point de vue explosion

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Procédurier*

Influence sur détail: Par les moyens de communication

M5 Installation électrique sûre du point de vue explosion

Réf.: [3], [4], [6], [7], [24], [25] [27],

AR art 16

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Par l'installation électrique fixe

*Plan de zonage pour le sous-système considéré*

- approuvé par l'Inspection technique

- actuel

*Rapport du contrôle électrique pour le sous-système concerné*

- basse tension: tous les 5 ans sauf si mentionné autrement dans le dernier rapport de contrôle

- le rapport de contrôle ne mentionne aucune infraction

- AR68: installation conforme à l'article 16

M6 Défense d'utiliser des GSM, des radios et autre appareillage mobile non Ex

- Indiquée sur place à l'aide de pictogramme

- Indiquée à l'entrée du terrain

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Procédurier*

Influence sur détail: Par les moyens de communication

## Feu

*Impact*

### **Description:**

### **Détails:**

D1 Dégâts aux personnes (M2)

D2 Dégâts aux installations

### **Mesures:**

M1 Extincteurs portables

- installés stratégiquement

Réf. AR art 20, [4], [14], [24]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Systèmes d'extinction

*Formation*

Les travailleurs reçoivent un entraînement périodique sur l'utilisation des extincteurs portables.

*Inspection et entretien*

Les extincteurs portables sont repris dans un programme d'inspection ou d'entretien

- contrôle visuel mensuel de leur présence et de leur bon état

- contrôle annuel

M2 Voies d'évacuation

Réf.: [10] [17]


Il doit y avoir deux voies différentes d'évacuation (éventuellement avec un canot de sauvetage) sur les longues jetées (à partir de 12 m).

*Couche:* Procédé

*Type:* Passives

Influence sur détail: Dégâts aux personnes

---

<p><b>Sous-système</b></p> <p><b>Tuyauterie</b></p>	
	<p>Direction des risques chimiques</p>

## 1. Description sous-système

Installation: Stockage et (dé)chargement

Section: Tuyauteries

### Liste des sources de causes:

#### *Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

- Expansion thermique du liquide emprisonné
- Coup de bélier

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

- Impact de véhicules
- Charge aérienne sur les tuyauteries enterrées

#### *Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

- Présence externe de conditions corrosives
- Présence interne de conditions corrosives

*Phénomènes engendrant des températures basses*

- Expansion de gaz liquéfiés

#### *Points faibles*

*Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

- Verre en contact avec des gaz liquéfiés
- Soufflets d'expansion
- Liaisons par bride

### Liste des étapes de libération:

#### *Libération*

- Fuites aux liaisons par bride



## 4. Sources de causes et mesures correspondantes

### Expansion thermique du liquide emprisonné

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

#### **Description:**

Nature des tensions: surpression

#### **Causes:**

ET O1 des gaz liquéfiés sont emprisonnés

ET O2 échauffement du liquide emprisonné

#### **Etapas de libération:**

#### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Couche de peinture réfléchissant le rayonnement thermique

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M2 Tuyauterie résistant à la surpression engendrée

La surpression engendrée doit être connue.

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

M3 Décharge de pression pour expansion thermique

Réf.: [4], [10], [24]

*Couche: Sécurité*

*Type: Décharge de pression*

*Inspection*

Repris dans un programme d'inspection

## Coup de bélier

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

### **Causes:**

O1 Fermeture rapide de vannes dans de longues tuyauteries (M2)

### **Etapes de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Tuyauterie résistant à la surpression engendrée

La surpression engendrée doit être connue.

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

*Points d'attention: voir source de cause Expansion thermique du liquide emprisonné*

*Influence sur une cause*

M2 Vitesse de fermeture des vannes automatiques adaptée au réseau de tuyauteries

Temps de fermeture de plusieurs secondes dépendant de : vitesse du liquide, longueur de la tuyauterie, nature du gaz liquéfié.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Fermeture rapide de vannes dans de longues tuyauteries

## Impact de véhicules

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Forces d'impact

### **Causes:**

### **Étapes de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Protection contre la circulation routière

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M2 Pas de circulation routière dans le voisinage des tuyauteries

La circulation routière est menée suivant une procédure et par marquage/barrières le long d'une route sûre.

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M3 Protection robuste

Réf. [4], [23]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## Charge aérienne sur les tuyauteries enterrées

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression*

### **Description:**

Nature des tensions: Pression externe

### **Causes:**

OU C1 Circulation au-dessus de tuyauteries enterrées

OU C2 Stockage au-dessus de tuyauteries enterrées

### **Etapas de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Pas de circulation au-dessus de tuyauteries enterrées

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M2 Pas de stockage au-dessus de tuyauteries enterrées

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

M3 Profondeur ou protection adaptée à la charge aérienne

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## Présence externe de conditions corrosives

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Corrosion

### **Causes:**

O1 Tuyauterie exposée à des conditions sous-terraines corrosives (M2)

O2 Tuyauterie exposée aux conditions atmosphériques (M3)

### **Etapas de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Inspection externe de l'enveloppe des tuyauteries

Repris dans un programme d'inspection

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

*Instructions*

L'exécution des inspections fait l'objet d'instructions.  
Les supports des tuyauteries sont également inspectés.

*Influence sur une cause*

M2 Protection cathodique

*Couche: Sécurité*

*Type: Boucles de sécurité*

Influence sur cause: Tuyauterie exposée à des conditions sous-terraines corrosives

M3 Couche de peinture protectrice

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

Influence sur cause: Tuyauterie exposée aux conditions atmosphériques

## Présence interne de conditions corrosives

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Conditions corrosives ou chimiquement agressives*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Corrosion

### **Causes:**

### **Étapes de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Le matériau intérieur de l'enveloppe est résistant à la corrosion

Réf. [6], [18], [19]

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

## Expansion de gaz liquéfiés

*Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant des températures basses*

### **Description:**

Nature de l'attaque: Fatigue

### **Causes:**

OU C1 Fuite vers l'environnement

OU C2 Baisse de la pression du sous-système

OU C3 Vaporisation du liquide dans un point mort

### **Etapas de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la caractéristique de fonctionnement*

M1 Matériau de construction résistant à la température la plus basse possible

La température minimale qui peut survenir est le point d'ébullition atmosphérique du gaz liquéfié.

La température minimale de conception ressort de la documentation de conception et des certificats de matériaux.

*Couche: Enveloppe*

*Type: Passives*

## Verre en contact avec des gaz liquéfiés

*Points faibles*

*Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

### **Description:**

Nature du point faible: Risque de rupture soudaine

### **Causes:**

### **Étapes de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Pas d'élément en verre en contact avec des gaz liquéfiés

Des éléments en verre peuvent être:

- des rotamètres en verre
- des regards
- des niveaux en verre.

Réf.: [24], [25]

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*



## Soufflets d'expansion

*Points faibles*

*Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

### **Description:**

Nature du point faible: Plus sensible à l'usure

Réf. [24], [25]

### **Causes:**

### **Étapes de libération:**

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Aucune utilisation de soufflets d'expansion en contact avec des gaz liquéfiés

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## Liaisons par bride

*Points faibles*

*Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles*

### **Description:**

Nature du point faible: Point sensible aux fuites

### **Causes:**

OU C1 Liaison par bride pas bien serrée

OU C2 Attaque ou vieillissement du joint

### **Étapes de libération:**

Fuites aux liaisons par bride

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Aucune liaison par bride sous-terrain

Sous terre, uniquement des liaisons soudées (au-dessus du sol, le plus possible de liaisons soudées).

*Couche: Procédé*

*Type: Passives*

## 5. Etapes de libération et mesures correspondantes

### Fuites aux liaisons par bride

*Libération*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

M1 Joints résistant au soufflage

Par ex. assemblage à languette, en spirale.

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

---

<b>Installation</b> <b>Remplissage et stockage de bouteilles de gaz</b>	
	Direction des risques chimiques

## 1. Description

---

## 2. Sections et sous-systèmes

*Station de remplissage pour bouteilles de gaz*

Bouteille de gaz (station de remplissage)

---

## 3. Points d'attention

*Vidange des bouteilles défectueuses*

Il y a une installation pour vider les bouteilles sans que le gaz ne soit soufflé à l'atmosphère. Une possibilité est constituée par une installation de basculement où la bouteille est placée sur sa tête et ensuite vidée par aspiration vers un réservoir de stockage à l'aide d'une pompe.

[25]

*Bon état des bouteilles*


Il y a un contrôle systématique de l'état des bouteilles à remplir:

- présence ou non de défauts visuels (renforcements, bosses, fissures, rouille)
- dépassement ou non de la date de réépreuve.

Les bouteilles en mauvais état ou dont la date de réépreuve est dépassée sont écartées.

[30]

---

<p><b>Sous-système</b></p> <p><b>Bouteille de gaz (station de remplissage)</b></p>	 <p>Direction des risques chimiques</p>
--	--

## 1. Description sous-système

Installation: Remplissage et stockage de bouteilles de gaz

Section: Station de remplissage pour bouteilles de gaz

### Liste des sources de causes:

#### *Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

- Expansion thermique du liquide emprisonné

#### *Points faibles*

*Presse-étoupes des pièces mobiles*

- Robinet de fermeture sur l'encolure de la bouteille

### Liste des étapes de libération:

#### *Libération*

- Fuite de gaz

#### *Propagation*

- Formation d'un nuage explosif dans le bâtiment

#### *Impact*

- Ignition
- Feu

## 4. Sources de causes et mesures correspondantes

### Expansion thermique du liquide emprisonné

*Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe*

*Phénomènes engendrant une pression élevée*

#### **Description:**

Nature des tensions: Surpression

#### **Causes:**

ET C1 Le liquide est emprisonné

ET C2 Espace libre insuffisant pour la dilatation

C2.1 Surremplissage

C2.1.1 Introduction erronée de la tare de la bouteille (M1;M2;M3)

ET C3 Echauffement du liquide emprisonné

#### **Etapes de libération:**

Fuite de gaz

#### **Mesures:**

*Influence sur une cause*

M1 Mise à l'écart des bouteilles avec indication illisible de la tare

Réf. [30]

*Couche: Contrôle*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Introduction erronée de la tare de la bouteille

M2 Arrêt automatique du remplissage au poids fixé

Réf. [30]

*Couche: Contrôle*

*Type: Boucle de contrôle*

Influence sur cause: Introduction erronée de la tare de la bouteille

M3 Vérification du niveau de remplissage de chaque bouteille

Les bouteilles surreplies sont immédiatement vidées d'une manière sûre de la quantité de gaz en surplus.

Réf. [27]

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

Influence sur cause: Introduction erronée de la tare de la bouteille

## Robinet de fermeture sur l'encolure de la bouteille

*Points faibles*

*Presse-étoupes des pièces mobiles*

### **Description:**

Nature du point faible: robinet en contact avec du gaz

### **Causes:**

C1 Pas suffisamment serré

C2 Joint usé

### **Etapas de libération:**

Fuite de gaz

### **Mesures:**

*Influence sur la source de causes*

M1 Vérification de l'étanchéité après le remplissage

*Couche: Sécurité*

*Type: Procédurier*

## 5. Etapes de libération et mesures correspondantes

### Fuite de gaz

*Libération*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

**M1** Détection de gaz au remplissage des bouteilles

Actions:

- fermer les vannes d'arrêt
  - stopper les pompes à 40%
  - donner l'alarme dans un local occupé en permanence à 20-25 % LIE
- Réf. [24], [25]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Boucles de sécurité

*Point de mesure*

Point de mesure placé à des endroits stratégiques (points bas).

*Fiabilité*

Le bon fonctionnement est au moins testé tous les mois.  
La recalibration a lieu au moins tous les 6 mois.

**M2** Système d'isolement du remplissage des bouteilles

Vannes d'arrêt:

- isoler la station de remplissage

Activation:

- par arrêt d'urgence
- par la détection gaz
- en cas de feu

[25]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Boucles de sécurité

*Vanne à manœuvrer*

- résistant au feu (fire safe)
- indication de la position (ouvert/fermé)

**M3** Arrêt d'urgence au remplissage des bouteilles

Actions:

- activer le système d'isolement du remplissage de bouteilles
- stopper le remplissage
- donner l'alarme.

Réf. [24], [25]

*Couche:* Limitation des dommages

*Type:* Boucles de sécurité

*Boutons-poussoirs*

- situés sur les voies d'évacuation
- d'accès aisé.



## Formation d'un nuage explosif dans le bâtiment

*Propagation*

**Description:**

**Détails:**

**Mesures:**

- M1 Ventilation générale du bâtiment  
Réf. [4], [25], [27]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Indéfini*
- M2 Aspiration locale aux stations de remplissage  
L'air aspiré est rejeté à l'extérieur du bâtiment (au moins à 1 m au-dessus du toit)  
Réf. [4], [25], [27]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Indéfini*
- M3 Bâtiment au-dessus du niveau du sol pour la station de remplissage.  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*

## Ignition

*Impact*

**Description:**

**Détails:**

- D1 par électricité statique (M2;M3)

**Mesures:**

- M1 Revêtement de sol suffisamment conducteur  
Suffisamment conducteur: béton non traité  
Insuffisamment conducteur: asphalte, résines époxy  
Réf. [20]  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*
- M2 Mise à la terre de la station de remplissage  
Tous les éléments de la station de remplissage sont mis à la terre.  
Cette mesure n'est pas appliquée d'une manière générale.  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Passives*  
Influence sur détail: par électricité statique
- M3 Le port de semelles anti-statiques  
- pour le personnel propre  
- pour les tiers (par ex. les chauffeurs de camion)  
*Couche: Limitation des dommages* *Type: Procédurier*  
Influence sur détail: par électricité statique

## Feu

*Impact*

### **Description:**

### **Détails:**

OU D1 Impact sur les personnes (M3)

OU D2 Impact sur le bâtiment (M2)

OU D3 Impact sur les installations

### **Mesures:**

M1 Eclairage de secours

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Boucles de sécurité*

M2 Résistance au feu du bâtiment de la station de remplissage

Résistance au feu en conformité avec l'article 52.

Pour un bâtiment sans étage construit après le 1/06/1972, les murs et les structures du toit doivent avoir une résistance au feu d'une demi-heure.

*Couche: Limitation des dommages*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Impact sur le bâtiment

M3 Voies d'évacuation hors du centre de remplissage

Les personnes présentes dans le centre de remplissage doivent pouvoir quitter le bâtiment rapidement et sans risque de chute. Un chemin de fuite qui sous-entend que l'on doit ramper au-dessus ou en-dessous de bandes transporteuses remplies de bouteilles est bien entendu inacceptable. Les chemins de fuite sont clairement indiqués et visibles depuis chaque emplacement dans le centre de remplissage.

*Couche: Présence*

*Type: Passives*

Influence sur détail: Impact sur les personnes

# ANNEXE 2

## Distances de sécurité

**Tableau 1: distances de sécurité selon l'AR du 21 octobre 1968 concernant les dépôts, en réservoirs fixes non réfrigérés, de gaz propane et de gaz butane liquéfiés commerciaux ou de leurs mélanges**

Distances entre les ouvertures d'un local d'habitation ou de travail non soumis à l'interdiction de feu nu, des voies publiques, des propriétés voisines et:

Capacité totale des réservoirs $Q_{tot}$ (m <sup>3</sup> )	Réservoirs aériens de LPG (m)	Réservoirs enterrés de LPG (m)	soupapes, pompes, bouches de remplissage pour le LPG (m)
$Q \leq 3$	5 (3 m des voies publiques et des propriétés voisines)	2,5	5 (3 m des voies publiques et des propriétés voisines)
$3 < Q < 5$	5		5
$5 \leq Q < 10$	7,5		
$10 \leq Q < 25$	10		
$25 \leq Q < 50$	15		
$50 \leq Q < 250$	25		
$Q \geq 250$	35		

Les distances mentionnées aux points 1 et 2 peuvent être diminuées si un écran est présent, à condition que ce dernier ne soit pas un obstacle pour la ventilation et pour l'eau de refroidissement des pompiers. Néanmoins les distances de sécurité doivent toujours être respectées, SI POSSIBLE SANS UTILISER UN ECRAN.

**Tableau 2: Distances de sécurité selon un code ICI (de la référence [6])**

Distance entre le réservoir sous pression et:

Les limites du terrain, les installations de procédé et les sources fixes d'ignition	45 m 30 m 23 m 15 m	C <sub>3</sub> 's C <sub>4</sub> 's Chlorure de méthyl, Chlorure de vinyl et Méthylvinyléther Chlorure d'éthyl et Méthylamines
Bâtiment contenant des substances combustibles	15 m	
Installation de (dé)chargement pour camions(wagons)-citernes	15 m	
Lignes à haute tension et piperacks	15 m	
Autres conduites d'électricité, tuyauteries importantes et tuyauteries augmentant le danger	7,5 m	
Entre réservoir sous pression	¼ de la somme des diamètres des réservoirs	
Réservoirs de stockage à basse pression, refroidis	15 m de l'encuvement et 30 m de la paroi du réservoir	
Réservoirs de stockage de liquides inflammables	15 m de l'encuvement	

**Tableau 3: Distances de sécurité entre réservoirs et bâtiments offsite (m)**

Q (m <sup>3</sup> )	5	50	1000	10.000
<b>Belgique</b>	7,5 / 2,5 E	25 / 2,5 E	35 / 2,5 E (à partir de 250 m <sup>3</sup> )	
<b>Allemagne</b>	30 E	30 / 50 E	150 / 120 E (à partir de 675 m <sup>3</sup> )	300
<b>Pays-Bas</b>	40 (réservoir non protégé) 20 (arrosage, pas de risque de BLEVE)	120 / 90 E (bâtiments isolés) 300 / 200 E (magasins, écoles, hôpitaux)	basées sur le risque	
<b>Angleterre</b>	Basées sur les risques			
<b>USA</b>	3	15	91	122

E = enterré

**Tableau 4: Distances entre réservoirs et bâtiments onsite (m)**

Q (m <sup>3</sup> )	5	50	1000	10.000
<b>Belgique</b>	7,5 / 2,5 E	25 / 2,5 E	35 / 2,5 E (à partir de 250 m <sup>3</sup> )	
<b>Allemagne</b>	5 (soutirage liquide) 3 (soutirage vapeur) 3 E	10 5 E	20 10 E	30 15 E
<b>Pays-Bas</b>	15 (soutirage liquide) 7,5 (soutirage vapeur, non protégé) 5 (soutirage vapeur, arrosage)	15 (soutirage liquide, protégé ou non) 7,5 (soutirage vapeur, protégé ou non)	Dépendant des zones de rayonnement thermique mais toujours au moins 15 m	
<b>Angleterre</b>	7,5 (3,75 avec mur coupe-feu) 3 E 7,5 E aux soupapes	15 (7,5 avec mur coupe-feu) 3 E 7,5 E aux soupapes	30 (15 si mur coupe-feu) 3 E 15 E aux soupapes	
<b>USA</b>	3	15	91	122

**Tableau 5: Distances entre des réservoirs de LPG (m)**

Q (m <sup>3</sup> )	5	50	1000	10.000
<b>Belgique</b>	toujours 1 m minimum			
<b>Allemagne</b>	1/2 diamètre du réservoir avec le plus grand diamètre (au moins 1 m)			
<b>Pays-Bas</b>	Dépend de beaucoup de paramètres. Difficile à résumer.			
<b>Angleterre</b>	1 1,5 E	1,5 1,5 E	1/4 de la somme des diamètres des réservoirs adjacents	3
<b>USA</b>	1/4 de la somme des diamètres de 2 réservoirs adjacents (min. 1,5 m)			

**Tableau 6: Distances de sécurité relatives au (dé)chargement de gaz combustibles suivant CPR 8-3**

<p><b>Stations de (dé)chargement pour camions-citernes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* situées au moins à 15 m des limites du terrain</li> <li>* distance entre les camions-citernes d'au moins 5 m</li> <li>* distance avec réservoir enterré ou aérien = 15 m</li> </ul>
<p><b>Stations de (dé)chargement pour wagons-citernes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* situées au moins à 15 m des limites du terrain</li> <li>* distance avec réservoir enterré ou aérien = 15 m</li> <li>* une seule voie peut être utilisée à la fois pour le (dé)chargement d'un ou plusieurs wagons</li> <li>* la distance entre le(s) wagon(s) qui (dé)chargent et les autres wagons est d'au moins 20 m</li> <li>* la voie servant pour le (dé)chargement est située au moins à 30 m de la voie principale</li> </ul>
<p><b>Stations de (dé)chargement de bateaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* située dans les limites du terrain</li> <li>* distance minimale avec les réservoirs = 15 m</li> <li>* distance minimale entre 2 bateaux = 10 m</li> </ul> <p>La distance entre l'emplacement d'un bateau et ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ... le réservoir de stockage <math>\geq 15</math> m ?</li> <li>* ... une station de (dé)chargement par wagons ou camions -citernes <math>\geq 15</math> m ?</li> <li>* ... une station de remplissage de bouteilles <math>\geq 15</math> m ?</li> <li>* ... un deuxième bateau <math>\geq 10</math> m ?</li> </ul>
<p><b>Stations de remplissage de bouteilles</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* distance minimale avec réservoir enterré = 5 m</li> <li>* distance minimale avec réservoir aérien équipé d'arrosage = 15 m</li> </ul>

### Distances selon GS 40

Min. 20 m entre le (dé)chargement bateau et des bâtiments, récipients ou réservoirs de stockage et sources d'ignition connues

Min. 30 m entre le (dé)chargement bateau et les limites du terrain et entre les bateaux.

## ANNEXE 3: Liste de vérification

<b>ENTREE – GENERALITES</b>	
Contrôle d'accès	
Indication de l'interdiction de fumer, de flamme nue et de GSM	
Hydrants facilement reconnaissables (rouge)	
Hydrants protégés contre les dégâts mécaniques (circulation routière)	
Tuyauteries clairement identifiées (couleur)	
Les tuyauteries aériennes sont protégées contre les impacts de la circulation	
Pas de morceaux de tuyauteries en cul-de-sac	

<b>RESERVOIRS</b>	
Présence d'extincteurs	
Présence d'une installation de sprinklage	
Indication sur chaque réservoir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• du numéro du réservoir</li> <li>• du nom du liquide stocké</li> <li>• des symboles de danger</li> <li>• de la capacité de stockage</li> </ul>	
Distance suffisante entre les réservoirs et les limites du terrain	
Protégé contre l'impact mécanique de la circulation routière	
Les soupapes de sécurité ne peuvent être isolées / avec système de cadenas	
Les soupapes de sécurité débouchent suffisamment haut et dans une direction sûre.	
Mesure de la pression entre le disque de rupture et la soupape de sécurité	
Placement des détecteurs de gaz suffisamment près du sol	
Les lignes de purges sur les réservoirs sont équipées de 2 vannes.	
Sol suffisamment en pente de manière à ne pas avoir d'accumulation de liquide en dessous des réservoirs	
Les égouts dans le voisinage des réservoirs sont pourvus de chambres de compensation.	
Manche à air visible	
Présence de soupapes d'expansion thermique sur les tuyauteries pouvant être isolées	
Pas d'élément faible (regards, soufflets)	



<b>(DE)CHARGEMENT DE CAMIONS(WAGONS)-CITERNES</b>	
Présence d'extincteurs	
Présence d'une installation de sprinklage	
Surveillance continue pendant le (dé)chargement	
Placement de détecteurs de gaz suffisamment près du sol	
Présence de boutons d'arrêt d'urgence	
Présence de cales et barrière ou de break-away-coupling	
Présence d'une liaison équipotentielle avec interlock	
Revêtement de sol suffisamment conducteur (pas d'asphalte, résines époxy)	
Tuyaux flexibles en bon état	
Tuyauteries de gaz polymérisables protégées contre les contaminations	
Ecoulement de fuite liquide de manière à ne pas s'accumuler en dessous du camion(wagon)-citerne	
Manche à air visible	
Présence de soupapes d'expansion thermique sur les tuyauteries pouvant être isolées	

<b>(DE)CHARGEMENT DE BATEAUX</b>	
Indication de l'interdiction de fumer et de flamme nue	
Présence d'extincteurs	
Surveillance continue pendant le (dé)chargement	
Placement de détecteurs de gaz suffisamment près du sol	
Présence de breakaway-coupling	
Présence de boutons d'arrêt d'urgence (également pour amener sur le bateau)	
Présence d'une bride d'isolation sur le bras de déchargement	
Tuyaux flexibles en bon état	
Tuyauteries de gaz polymérisables protégées contre les contaminations	
Manche à air visible	
Présence de soupapes d'expansion thermique sur les tuyauteries pouvant être isolées	

<b>STATION DE REMPLISSAGE DE BOUTEILLES DE GAZ</b>	
Présence d'extincteurs	
Présence de soupapes d'expansion thermique sur les tuyauteries pouvant être isolées	
Les soupapes d'expansion thermiques débouchent en dehors du hall de remplissage	
Le système de remplissage s'arrête automatiquement lorsque le poids est atteint	
Contrôle de l'étanchéité des bouteilles (robinet et encolure)	
Hall de remplissage suffisamment aéré	
Placement de détecteurs de gaz suffisamment près du sol	
Présence de boutons d'arrêt d'urgence	