

SPF EMPLOI, TRAVAIL ET CONCERTATION SOCIALE

Direction générale du contrôle du Bien-être au Travail

DIVISION DU CONTRÔLE DES RISQUES CHIMIQUES

CHECK-LIST



AMMONIAC

référence: CRC/CL/009-F

version 2.0

date: janvier 2006

Introduction

Cette check-list est un outil d'inspection de la Division du contrôle des risques chimiques permettant de vérifier d'une façon systématique dans quelle mesure les installations manipulant de l'ammoniac 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 de normes et 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

1	PROPRIETES DE L'AMMONIAC	4
1.1	IDENTIFICATION	4
1.2	PROPRIÉTÉS PHYSIQUES	4
1.3	PROPRIÉTÉS CHIMIQUES	5
1.4	DANGERS LIÉS À L'AMMONIAC	6
1.4.1	<i>Toxicité</i>	6
1.4.2	<i>Danger de feu et d'explosion</i>	6
1.5	CLASSIFICATION	6
1.6	STOCKAGE D'AMMONIAC LIQUIDE	6
2	APPLICATION DE LA CHECK-LIST	8
	RÉFÉRENCES	9

ANNEXE 1: CHECKLIST AVEC COMMENTAIRES

ANNEXE 2: LISTE DE VERIFICATION

1 Propriétés de l'ammoniac

1.1 Identification

L'ammoniac est un gaz incolore, toxique avec une forte odeur piquante

Formule chimique : NH_3

Numéro CAS : 7664-41-7
Numéro UN : 1005
Numéro CE : 007-001-00-5
Numéro EINECS : 231-635-93
Code NFPA : 3-1-0

De par ses propriétés thermodynamiques, l'ammoniac est un réfrigérant approprié pour les installations frigorifiques dans lesquelles un froid extrême n'est pas exigé.

1.2 Propriétés physiques

Poids moléculaire :	17
Point d'ébullition :	- 33,4°C
Point de fusion :	- 78°C
Tension de vapeur à 20°C :	8,56 bar
Densité relative de la vapeur (air=1) :	0,6
Solubilité dans l'eau (à 20°C) :	53 g / 100 ml
Point d'éclair :	non défini
Limites d'explosibilité (à 20°C et 1,013 bar) :	15-30 % en volume dans l'air 13,5 – 82 % en volume dans l'oxygène
Température d'autoinflammation :	630 °C
Energie minimale d'inflammation :	100-1000 mJ
Température de décomposition :	450 °C

Cette décomposition peut apparaître à partir de 300°C en présence de fer, nickel, zinc, uranium ou osmium

- L'ammoniac est un gaz combustible (zonage, système de permis de feu).
- La dissolution de l'ammoniac dans l'eau est très exothermique. Ne jamais asperger d'eau une flaque d'ammoniac liquide sous peine d'en favoriser l'évaporation.
- Les vapeurs d'ammoniac s'absorbent facilement dans l'eau (1 part d'eau en volume absorbe à peu près 200 parts de vapeurs d'ammoniac en volume). C'est pourquoi l'on emploie un rideau d'eau pour capter les vapeurs d'ammoniac. On doit cependant éviter toute infiltration d'eau dans la phase gazeuse du réservoir, car cela peut créer une dépression avec comme conséquence l'implosion du tank.
- Une fuite d'un litre d'ammoniac liquide provoque la formation de 125 litres d'ammoniac gazeux.
- La densité relative du nuage d'ammoniac dépend de la température et de la concentration. L'ammoniac peut ainsi se présenter comme plus lourd que l'air (cfr. L'accident à Potchefstroom (Afrique du Sud) en 1973 : la libération d'environ 38 tonnes d'ammoniac liquéfié sous pression suite à la rupture soudaine d'un réservoir horizontal fixe a eu pour

conséquence 18 morts et 65 blessés. La libération de l'ammoniac s'est faite dans des circonstances particulièrement défavorables, en fait par temps stable et pratiquement sans vent. Le nuage d'ammoniac s'est comporté comme un nuage lourd et s'est déplacé vers un quartier résidentiel situé à seulement 200 m du réservoir de stockage).

Une fuite crée toujours une chute de pression (du stockage sous pression à la pression atmosphérique) et donc une chute de température instantanée. Suite au refroidissement du mélange, la vapeur d'eau se condense et forme un brouillard (aérosol). Au fur et à mesure que la température du mélange des vapeurs d'ammoniac avec l'air ambiant augmente, l'influence de la différence de densité entre l'ammoniac et l'air va lentement s'intensifier. Ce qui aura pour conséquence le fait que les vapeurs d'ammoniac vont s'élever.

En cas de fuite, une partie de l'ammoniac va se transformer en aérosol (nuage blanc), une partie s'évaporer (nuage invisible) et une partie rester sous forme d'ammoniac liquide. Les conditions dans lesquelles on assiste à la formation d'aérosols sont très variables et dépendent de différents facteurs comme la pression de stockage et l'humidité de l'air. On peut estimer qu'entre 15 à 20 % de l'ammoniac libéré se vaporise instantanément.

1.3 Propriétés chimiques

- L'ammoniac est corrosif en présence d'humidité. Cependant une quantité minimum d'eau (0,2% en poids) est nécessaire pour éviter la corrosion fissurante (Stress Corrosion Cracking). En plus de la quantité d'eau présente, la concentration en oxygène joue également un rôle important pour éviter la corrosion fissurante. La concentration en oxygène ne peut pas dépasser 2,5 ppm.
- En cas de combustion l'ammoniac forme des gaz et des vapeurs toxiques et corrosives (NO_x).
- Matériaux de construction :
 - * danger de corrosion fissurante (Stress Corrosion Cracking) : ne pas utiliser d'acier trempé et recuit. En cas d'emploi d'acier non-allié, il faut que la limite élastique ne soit pas plus haute que 355 MPa.
 - * l'ammoniac corrode l'aluminium, le cuivre, le zinc, le mercure et l'argent ainsi que nombre de leurs alliages.
- L'ammoniac réagit de façon exothermique avec les acides et les oxydants.
- Les halogènes réagissent à basse température avec l'ammoniac en formant des liaisons azote-halogène ou des halogénides d'ammoniac. Ces liaisons ont un caractère particulièrement explosif. L'explosion peut avoir lieu sous l'influence de chocs, de la lumière ou de la chaleur. C'est la raison pour laquelle aucun composé halogéné ne peut être employé comme moyen d'extinction.
- Dans certaines circonstances, l'ammoniac peut réagir avec le mercure pour former des composés explosifs. Sous pression, l'ammoniac et le mercure forment un composé contenant plusieurs molécules d'ammoniac par atome de mercure. Ce composé n'est apparemment pas explosif. En cas de chute de pression, des molécules d'ammoniac se détachent de l'atome de mercure qui s'appauvrit en ammoniac captif, formant ainsi un composé explosif.
- L'ammoniac réagit avec le dioxyde de carbone en formant des carbamates qui peuvent colmater des filtres.

1.4 Dangers liés à l'ammoniac

1.4.1 Toxicité

Les vapeurs d'ammoniac sont nuisibles pour la santé, et ce en fonction de l'exposition.

Seuil olfactif	5 ppm
Valeur limite	25 ppm
Valeur ponctuelle	35 ppm
Picotements des yeux, voies respiratoires	100 ppm
Difficultés respiratoires	1700 ppm (une exposition d'une demi-heure peut déjà être fatale)
Mortel après courte exposition (15 min)	3500-3700 ppm
Mortel en quelques minutes	5000 ppm

L'ammoniac liquide provoque de très graves brûlures en cas de contact avec la peau et l'effet glacial peut provoquer de sérieuses engelures.

1.4.2 Danger de feu et d'explosion

L'ammoniac n'est pas très combustible. Une nappe d'ammoniac en feu ne brûle pas d'une façon auto-entretenu comme la plupart des hydrocarbures. Cela vient du fait que trop peu de rayonnement thermique n'est renvoyé vers la flaque par les flammes particulièrement transparentes. Dans le cas où des calories proviennent d'une autre source, venant du sol ou d'un apport d'eau, alors, un feu est possible.

A l'opposé des mélanges air-ammoniac, les mélanges oxygène-ammoniac sont très explosifs.

1.5 Classification

Suivant l'AR du 11 janvier 1993 réglementant la classification, l'emballage et l'étiquetage des préparations dangereuses en vue de leur mise sur le marché ou de leur emploi (M.B. 17-5-1993), la classification de l'ammoniac est:

R10 : inflammable

T, R23 : toxique par inhalation

C, R34 : Provoque des brûlures

N, R50 : Très toxique pour les organismes aquatiques

1.6 Stockage d'ammoniac liquide

On peut liquéfier l'ammoniac soit en le mettant sous pression soit en abaissant sa température. Cette propriété induit que l'ammoniac liquide peut être stocké de différentes manières. L'ammoniac est ainsi stocké de trois manières différentes en fonction de la quantité :

- moins de 500 tonnes : en réservoirs cylindriques sous pression
- entre 500 et 3000 tonnes : en réservoirs sphériques sous pression
- à partir de 3000 tonnes : stockage à pression atmosphérique à une température de -33°C

Il faut noter que des combinaisons sont possibles entre stockage à basse température et sous pression, on parle alors de stockage semi-sous pression ou semi-refroidi.

2 Application de la check-list

Cette check-list est une analyse PLANOP de quelques installations typiques dans lesquelles de l'ammoniac est manipulé. PLANOP est une technique d'analyse de risque qui a été développée au sein de la Division du contrôle des risques chimiques et qui est décrite dans la note d'information CRC/IN/012-F « PLANOP ».

Les installations sont subdivisées en sections et sous-systèmes. Pour chaque sous-système, il faut traiter les sources de cause et les étapes de libération. Pour chacune de ces sources de cause et étapes de libération, des mesures typiques sont attribuées afin de limiter le risque à un niveau acceptable.

En règle générale, 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 l'absence d'une mesure est compensée par une ou plusieurs mesures alternatives (reprises ou non dans la check-list) assurant un niveau équivalent de réduction du risque.

Un certain nombre d'aspects généraux concernant la sécurité sont traités au niveau de chaque installation dans son ensemble via les points d'attention par installation.

Après l'application de la check-list, l'(les) inspecteur(s) rédige(nt) un rapport reprenant les manquements constatés. Il est convenu d'une échéance pour laquelle l'entreprise établira un plan d'actions destinées à corriger les manquements constatés. L'exécution de ce plan d'actions sera bien entendu également suivie par les inspecteurs.

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

Références

- [1]. **Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia**, Compressed Gas Association, Inc., ANSI K-61.1-1989, revision du K61.1-1981
- [2]. **Anhydrous Ammonia**, Compressed Gas Association, Inc., CGA G-2 -1995, 8ste édition
- [3]. **Storage of anhydrous ammonia under pressure in the United Kingdom**, Health and Safety Executive, 1^{ère} édition, 1986
- [4]. **Loss Prevention in the Process Industries**, Frank P. Lees, 2^{ième} édition, 1996
- [5]. **Richtlijnen voor de behandeling van vloeibaar ammoniak**, Federatie der Chemische Nijverheid van België, *januari 1980*
- [6]. **AMMONIAK Vervoer, opslag en toepassingen**, Commissie Preventie van Rampen door Gevaarlijke Stoffen, Tweede druk, 1988
- [7]. **Aide-mémoire sur les risques présentés par l'ammoniac**, Syndicat National de l'Industrie des Engrais, *août 1991* (version complète)
- [8]. **Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals**, McGuire and White: 2^{ième} édition, 1996
- [9]. **Guidelines for Safe Storage and Handling of High Toxic Hazard Materials**, Center for Chemical Process Safety, 1988
- [10]. **Règlement Général pour la Protection du Travail** (RGPT et Code sur le bien être au travail)
- [11]. **Explosionsschutz-Richtlinien**, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, *juni 1996*
- [12]. **Toxicology of Substances in Relation to Major Hazards: Ammonia**, Health and Safety Executive, 1990
- [13]. **Community Documentation Centre on Industrial Risk 'Review of accidents involving ammonia'**, Institute for systems engineering and informatics, 1992
- [14]. **Storing Ammonia Safely**, Fertilizer International, Technology no 325, *septembre 1993*
- [15]. **The Accident Database CD-ROM**, The Institution of Chemical Engineers, 1997
- [16]. **MARS (Major Accident Reporting System)**, base de données reprenant les accidents majeurs de la Commission Européenne (voir aussi le site du MAHB: <http://mahbsvr.jrc.it>)
- [17]. **MSDS CD-ROM**, CCOHS, 1997
- [18]. **BIG (CD-ROM)**, BIG vzw (Jaune), version 5.0

[19]. **Anlage 34 TRB 801**, 1998

[20]. **AMMONIA TOXICITY**, Institution of Chemical Engineers, 1988

*Cette check-list est un document de la
Division du contrôle des risques chimiques
Direction générale du contrôle du bien-être au travail
SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
crc@meta.fgov.be*

*Rédaction finale: ir. Peter Vansina
Auteur: ir. Ingeborg Beernaert, ir. Peter Vansina
Traduction: ir. Alain Pluinage et ir. Brigitte Gielens*

*Cette check-list est disponible via le site web du SPF Emploi, Travail et Concertation sociale
(www.meta.fgov.be)*

ANNEXE 1

Analyse PLANOP des installations

Table des matières

Check-list: Checklist Ammoniac



Division du contrôle des risques
chimiques

Stockage et déchargement	1
<i>Déchargement</i>	3
(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes	3
Déchargement d'un bateau	20
<i>Tuyauteries</i>	30
Tuyauterie	30
Compresseur	38
Pompe	45
<i>Stockage</i>	49
Réservoir de stockage	49
Evaporateur	70
<i>Destruction du NH₃</i>	74
Scrubber	74

Installation Stockage et déchargement	
	Division du contrôle des risques chimiques

1. Description

2. Sections et sous-systèmes

Déchargement

(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes

Déchargement d'un bateau

Tuyauteries

Tuyauterie

Compresseur

Pompe

Stockage

Réservoir de stockage

Evaporateur

Destruction du NH₃

Scrubber

3. Points d'attention

Signalisation des réservoirs

Indication sur chaque réservoir de:

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

Contamination du réseau d'azote

L'infiltration de NH₃ dans le réseau d'azote doit être évitée, pas seulement pour la protection du réseau d'azote lui-même, mais aussi pour éviter les contaminations auprès des autres utilisateurs d'azote.

Les possibilités sont:

- Mesure de différence de pression: donne une alarme et ferme le réseau d'azote
- L'utilisation d'un réseau séparé d'azote.

[9]

Matériel d'intervention

Combinaisons anti-gaz:

- au minimum 2 combinaisons anti-gaz
- équipés d'appareils respiratoires autonomes
- pendus dans une armoire (les plier risque de les endommager)
- régulièrement testées sur leur étanchéité

Les membres de l'équipe d'intervention reçoivent régulièrement une formation et un entraînement à l'utilisation des combinaisons anti-gaz et des appareils respiratoires autonomes.

Matériel de détection de fuite:

- baguettes en verre ou en bois, trempées dans une solution à 15 % d'acide chlorhydrique (dégage un nuage blanc)
- ou du papier indicateur humide (se colore en bleu)

Accessibilité pour l'intervention

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

- fixé en concertation avec les pompiers
- via 2 directions différentes (pour assurer l'accès par différentes directions du vent)
- suffisamment large pour permettre le passage des véhicules d'intervention (6 m pour une route à 2 sens ou pour un sens unique)
- pas de culs -de-sac non signalés (si c'est inévitable alors possibilité de faire demi-tour au bout)
- une hauteur libre d'au moins 4,20 m (par ex. sous les piperacks)
- passage libre d'au moins 1 m autour des réservoirs

Indication de la direction du vent, par exemple à l'aide de manche à air.

- visible à partir du lieu de (dé)chargement et du stockage

[1], [3], [5], [6]

Evacuation

Il y a au minimum 2 voies d'évacuation autour du réservoir de stockage et au niveau des stations de (dé)chargement.

Il faut également prévoir 2 voies d'évacuation sur les longues jetées pour les bateaux (éventuellement via bateau de sauvetage).

Eclairage et éclairage de secours

- A la hauteur des postes de (dé)chargement
- En exécution anti-explosion ou placé en dehors des zones d'explosion
- Au minimum 20 lux
- Au moins 100 lux pour la lecture d'appareillages

[5], [6], Art. 62 RGPT

<p>Sous-système</p> <p>(Dé)chargement de camions ou wagons-citernes</p>	 <p>Division du contrôle des risques chimiques</p>
---	---

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Déchargement

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Explosion interne
- Dilatation thermique du liquide emprisonné

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Mouvement du camion-citerne
- Mouvement du wagon-citerne

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives

Phénomènes engendrant des températures basses

- Introduction d'ammoniac refroidi

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Point de connexion pour le flexible ou le bras de déchargement

Points faibles

Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Accouplement du bras ou du flexible de (dé)chargement avec le camion
- Flexibles de (dé)chargement

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Propagation

- Propagation de la fuite de liquide

Impact

- Inflammation
- Contact du NH₃ liquide avec la peau ou les yeux
- Intoxication par le NH₃
- Feu

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Explosion interne

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

ET O1 La phase gazeuse se trouve dans le domaine d'explosibilité

O1.1 Présence d'air/d'oxygène dans le camion ou wagon-citerne (M1)

ET O2 Présence d'une source d'inflammation à l'intérieur

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Rincer à l'aide d'ammoniac gazeux ou d'azote

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'air/d'oxygène dans le camion ou wagon-citerne

Dilatation thermique du liquide emprisonné

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

ET O1 Espace libre insuffisant pour la dilatation (M1;M2)

ET O2 Réchauffement du liquide emprisonné

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Contrôle de la quantité effectivement chargée

Méthodes de contrôle possibles:

* pesée de la citerne du camion

* mesure de niveau (en cas d'absence de tube plongeur, mesure de la température de l'ammoniac liquide)

* mesure de débit

[2], [5]

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

M2 Protection contre le surremplissage de la citerne de transport

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

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Espace libre insuffisant pour la dilatation

Fiabilité

Un test de l'entièreté de la boucle est repris dans un programme d'inspection.

Mouvement du camion-citerne

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: traction sur la liaison temporaire

Causes:

OU O1 Collision pendant le (dé)chargement (M4;M5;M6;M7;M9)

OU O2 Démarrage du camion durant le (dé)chargement (M8)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Placement de cales

Repris dans les instructions de (dé)chargement.

[5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

M3 Détection de mouvement

Sabot avec contact au droit d'une des roues du camion-citerne fermant automatiquement les vannes d'arrêt en cas de détection de mouvement du camion. [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur une cause

M4 Distance de sécurité par rapport aux routes à l'intérieur de l'usine

à 10 m des routes internes

à 2,5 m des routes si le lieu de (dé)chargement est protégé contre les collisions avec le charroi intérieur

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision pendant le (dé)chargement

M5 Distance suffisante par rapport au réseau public

Valeur indicative: 15 m

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision pendant le (dé)chargement

M6 Emplacement de (dé)chargement correctement indiqué

Panneaux au niveau du lieu de (dé)chargement: "Attention ammoniac" + indication des dangers de l'ammoniac.

Les camions d'ammoniac chargés ou déchargés se garent sur un parking qui leur est spécialement assigné.

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision pendant le (dé)chargement

- M7 Zone de (dé)chargement clôturée avec interlock
Interlock couplé à la possibilité de (dé)charger
[5], [6]
Couche: Sécurité *Type: Indéfini*
Influence sur cause: Collision pendant le (dé)chargement
- M8 Le chauffeur n'est pas présent dans le camion durant le (dé)chargement
Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac.
Couche: Contrôle *Type: Procédurier*
Influence sur cause: Démarrage du camion durant le (dé)chargement
- M9 Pas de trafic interne à hauteur du lieu de (dé)chargement pendant l'opération
[5], [6]
Couche: Contrôle *Type: Procédurier*
Influence sur cause: Collision pendant le (dé)chargement

Mouvement du wagon-citerne

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: traction sur la liaison temporaire

Causes:

OU O1 Collision durant le (dé)chargement

OU O1.1 Collision avec le trafic routier (M2;M3;M4;M5)

OU O1.2 Collision avec le trafic ferroviaire (M6;M7;M8)

OU O2 Départ du wagon pendant le (dé)chargement (M9)

OU O3 Effet de souffle d'un train se déplaçant parallèlement (M10)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Placement de cales

Repris dans les instructions de (dé)chargement.

[5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M2 Distance suffisante par rapport au réseau public

Valeur indicative: 15 m

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision avec le trafic routier

M3 Distance de sécurité par rapport aux routes à l'intérieur de l'usine

à 10 m des routes internes

à 2,5 m des routes si le lieu de (dé)chargement est protégé contre les collisions avec le charroi intérieur

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision avec le trafic routier

M4 Emplacement de (dé)chargement correctement indiqué

Panneaux au niveau du lieu de (dé)chargement: "Attention ammoniac" + indication des dangers de l'ammoniac.

Les camions d'ammoniac chargés ou déchargés se garent sur un parking qui leur est spécialement assigné.

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Collision avec le trafic routier

M5 Pas de trafic interne à hauteur du lieu de (dé)chargement pendant l'opération

[5], [6]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Collision avec le trafic routier

- M6 La voie de (dé)chargement est indépendante des autres voies
[1], [5], [6]
Couche: Procédé *Type: Passives*
Influence sur cause: Collision avec le trafic ferroviaire
- M7 Se ranger sur la voie pendant les activités de (dé)chargement est interdit
[1], [5], [6]
Couche: Contrôle *Type: Procédurier*
Influence sur cause: Collision avec le trafic ferroviaire
- M8 Isoler la voie en amont et en aval du wagon
[1], [5], [6]
Couche: Sécurité *Type: Procédurier*
Influence sur cause: Collision avec le trafic ferroviaire
- M9 Wagon détaché de la locomotive pendant le (dé)chargement

Couche: Contrôle *Type: Procédurier*
Influence sur cause: Départ du wagon pendant le (dé)chargement
- M10 Limitation de la vitesse du trafic ferroviaire durant le (dé)chargement
[1], [5], [6]
Couche: Contrôle *Type: Indéfini*
Influence sur cause: Effet de souffle d'un train se déplaçant parallèlement
- Influence sur une mesure*
- M11 Interlock entre le placement de cales et le (dé)chargement
L'interlock empêche que le (dé)chargement ne puisse débuter tant que les cales ne sont pas placées.
Optionel.
Couche: Sécurité *Type: Boucles de sécurité*
Influence sur mesure: Placement de cales
- M12 Interlock entre l'isolation de la voie et la possibilité de (dé)charger
[1], [5], [6]
Couche: Sécurité *Type: Boucles de sécurité*
Influence sur mesure: Isoler la voie en amont et en aval du wagon

Présence 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 Présence de NH₃

Étapes de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Flexible résistant au NH₃

- Les revêtements intérieur et extérieur ainsi que l'armature résistent à l'ammoniac.
- en cas d'une armature en tresse métallique, exécution en acier inoxydable
- pour le revêtement intérieur, caoutchouc butyle par exemple

[5]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Introduction d'ammoniac refroidi

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Phénomènes engendrant des températures basses

Description:

Nature de l'attaque: fragilisation

Causes:

O1 Pompage d'ammoniac refroidi

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Réchauffer le NH₃ avant l'introduction

On trouve dans la littérature, on trouve la recommandation de réchauffer jusqu'au moins - 1.1 °C.

[2]

Couche: Enveloppe

Type: Boucle de contrôle

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M2 Récipient résistant à la température minimum

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Point de connexion pour le flexible ou le bras de déchargement

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: à chaque déchargement

Causes:

OU O1 Désaccouplement de la liaison temporaire en présence de NH3 (M1)

OU O2 Alignement vers une connexion non occultée (M2)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Chasser l'ammoniac liquide de la liaison temporaire avant de désaccoupler

Décrit dans les instruction de travail..

Chasser à l'aide d'un gaz inerte, d'azote de préférence ou d'ammoniac gazeux.

[6]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Désaccouplement de la liaison temporaire en présence de NH3

M2 Occulter les points de connexion après chaque (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement.

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur cause: Alignement vers une connexion non occultée

Accouplement du bras ou du flexible de (dé)chargement avec le camion

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Sensible à l'usure et à des manipulations erronées

Causes:

OU C1 Joint usagé (M3)

OU C2 Mauvaise liaison mécanique

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Contrôle visuel de la connexion avant de débiter le (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

M2 Tester les fuites après la connexion et avant de débiter le (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M3 Emploi d'un nouveau joint à chaque connexion

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Joint usagé

Flexibles de (dé)chargement

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Usure et manipulations erronées

Causes:

OU O1 Dégradation lorsqu'il n'est pas utilisé

OU O2 Usage fréquent

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Eviter les flexibles

Utiliser des bras de (dé)chargement au lieu de flexibles.

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Contrôle visuel du flexible avant le (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

M3 Tests hydrauliques de pression

Ces tests de pression sont repris dans un programme d'inspection.

La fréquence est conforme aux instructions du fournisseur.

Valeurs indicatives:

- suivant le 363bis, point 7: une épreuve hydraulique tous les quatre mois (l'article a été abrogé).

- suivant l'AR du 8/1/88 dérogeant à l'art. 363bis: annuellement dans le cas où le flexible de (dé)chargement est fabriqué en acier inoxydable.

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

M4 Système de rangement des flexibles

Le système de rangement veille à ce que des tensions trop grandes n'apparaissent pas dans le flexible (par exemple, sous l'influence de son propre poids ou par pliage des flexibles). Le système de rangement est en conformité avec les instructions du fabricant des flexibles.

L'utilisation de ce système est reprise dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac.

Couche: Contrôle

Type: Passives

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Libération

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Présence permanente d'un opérateur au (dé)chargement

Les instructions de travail concernant le (dé)chargement du NH3 indiquent que la présence permanente d'un opérateur est obligatoire. Une alternative au contrôle sur place est la surveillance à partir d'une salle de contrôle à condition que l'on puisse avoir de là une vue correcte du lieu de (dé)chargement et que l'on puisse commander tous les équipements de contrôle et de sécurité.

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

M2 Détection de gaz au (dé)chargement camion ou wagon-citerne

Actions:

- déclenche une alarme en salle de contrôle lors d'une détection de 35 ppm NH3
- ferme automatiquement les vannes commandées à distance (lors de plusieurs détections)
- stoppe automatiquement le (dé)chargement.

Les actions à prendre par les opérateurs en cas d'alarme sont reprises dans les instructions.

[14]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Fiabilité

Le système de détection de gaz est repris dans un programme d'inspection.

Placement des points de mesure

- Aux endroits stratégiques de la station de (dé)chargement
- A proximité du sol

M3 Système d'isolation de la liaison temporaire

Vannes d'arrêt:

- du côté du camion ou du wagon-citerne
- du côté de la connexion à l'installation fixe
- aussi près que possible de la liaison temporaire

Activation

- par les arrêts d'urgence
- par les détecteurs de gaz

[6]

L'article 363bis du RGPT stipule au point 6 que: dans le cas où le chargement ou le déchargement de gaz liquéfiés se fait au moyen de flexibles, ceux-ci doivent être protégés à chaque extrémité par des dispositifs de sécurité stoppant totalement ou partiellement le débit en cas de rupture du flexible. Ces dispositifs de sécurité s'enclenchent automatiquement ou peuvent être commandés à distance. Ils doivent être placés soit sur le flexible, soit directement en amont et en amont du flexible, soit sur les tuyauteries en phase liquide et gazeuse des récipients de stockage et des tanks.

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

M4 Arrêt d'urgence au (dé)chargement du camion ou du wagon-citerne

Au minimum deux boutons situés sur les voies d'évacuation.

Actions:

- ferment automatiquement les vannes commandées à distance
- stoppent les pompes automatiquement
- enclenchent une alarme en salle de contrôle

[6]

Couche: *Limitation des dommages*

Type: *Boucles de sécurité*

Location

- situés sur les voies d'évacuation

M5 Connexions break-away

Limite la libération à 1 kg de NH₃

[5], [6]

Couche: *Limitation des dommages*

Type: *Vannes automatiques*

M6 Ridoir

Le ridoir maintient ouvertes les vannes de fond de liquide et de gaz durant le (dé)chargement et les ferme en cas de mouvement du wagon.

[5], [6]

Couche: *Limitation des dommages*

Type: *Vannes automatiques*

M7 Extraction du NH₃ gazeux

De par l'extraction du NH₃ gazeux (vers un scrubber par exemple), on va favoriser l'évaporation du NH₃ liquide. De par cette évaporation, la température du NH₃ liquide va chuter. Le NH₃ réfrigéré est moins dangereux que le NH₃ chaud
[5]

Couche: *Limitation des dommages*

Type: *Procédurier*

Propagation de la fuite de liquide

Propagation

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Dispositif de recueil de l'ammoniac liquide

Encuvement étanche ou sol en pente vers une cuve de recueil.

L'eau ne peut stagner dans le dispositif de réception. La dissolution du NH₃ dans l'eau est exothermique et la chaleur libérée favorise l'évaporation.

Couche: *Limitation des dommages*

Type: *Passives*

Réactions avec le NH₃ dans l'encuvement

- Aucune autre substance n'est stockée dans l'encuvement.

Inflammation

Impact

Description:

Détails:

- D1 Par étincelles électriques
 - D1.1 Par décharge électrostatique (M1)
 - D1.2 Par l'installation électrique (M2)
- D2 Par une flamme nue (M3)

Mesures:

- M1 Placer des liaisons équipotentielles
 - Repris dans les instructions de (dé)chargement
 - [3], [6], [15]
 - Couche:* Limitation des dommages *Type:* Procédurier
 - Influence sur détail: Par décharge électrostatique
 - Fiabilité*
 - La liaison équipotentielle est reprise dans un programme d'inspection.
 - Attaque par l'ammoniac*
 - Les conducteurs en cuivre doivent être équipés d'une gaine protectrice (Le NH3 corrode le Cu).
- M2 Installation électrique en exécution antiexplosion
 - [1], [2], [3], [11], [15]
 - Couche:* Limitation des dommages *Type:* Passives
 - Influence sur détail: Par l'installation électrique
 - Plan de zonage du sous-système concerné*
 - approuvé par l'inspection Technique
 - actualisé
 - Rapport du contrôle électrique pour le sous-système concerné*
 - basse tension: tous les cinq ans à moins que ce ne soit stipulé autrement dans le dernier rapport de contrôle
 - le rapport de contrôle n'indique aucune infraction
- M3 Interdiction de feu
 - Indiquée par exemple par des pictogrammes.
 - Couche:* Limitation des dommages *Type:* Procédurier
 - Influence sur détail: Par une flamme nue

Contact du NH3 liquide avec la peau ou les yeux

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Protection oculaire

Le port d'une protection oculaire est rendue obligatoire dans les instructions pour le (dé)chargement.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Attaque par l'ammoniac

Résistant à des gouttelettes à -33°C. Matériau type: polycarbonate.

M2 Gants

Le port de gants est rendu obligatoire dans les instructions pour le (dé)chargement.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Attaque par le NH3

Résistant à des gouttelettes à -33°C. Matériau type: caoutchouc butyle, caoutchouc naturel.

M3 Douches de secours

Les douches de secours sont protégées contre le gel, chauffées et placées à deux endroits différents (sur les voies d'évacuation).

[3]

Couche: Premiers secours

Type: Systèmes d'extinction

Intoxication par le NH3

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Masque intégral

Le port d'un masque intégral est imposé dans les instructions pour le (dé)chargement.

Le minimum est un masque équipé d'un filtre de type K.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Feu

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Hydrants

[1], [3], [5], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

<p>Sous-système</p> <p>Déchargement d'un bateau</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Déchargement

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Mouvement du bateau
- Accrochage du bateau ou de la liaison temporaire par un véhicule

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Point de connexion de la liaison temporaire - bateau

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Accouplement de la liaison temporaire - bateau

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Propagation

- Propagation de la fuite liquide

Impact

- Inflammation
- Contact de l'ammoniac liquide avec la peau et les yeux
- Intoxication par le NH₃
- Feu

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Mouvement du bateau

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: traction sur la liaison temporaire

Causes:

OU O1 Abordage par un autre bateau (M2)

OU O2 Mouvement de l'eau

OU O2.1 Navigation de bateaux à proximité

OU O2.2 Mouvement naturel de l'eau

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Ancrage solide du bateau

Les facilités pour cela doivent être disponibles.

La façon d'opérer est reprise dans une instruction.

[5]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M2 Périmètre de sécurité vis-à-vis des autres bateaux durant le (dé)chargement

50 m au moins

Cette distance peut être réduite vis-à-vis d'autres bateaux également chargés d'ammoniac.

[5]

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Abordage par un autre bateau

Accrochage du bateau ou de la liaison temporaire par un véhicule

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: impact

Causes:

Étapes de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 La distance par rapport au réseau public routier ou ferroviaire est de 25 m

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Emplacement de (dé)chargement clairement indiqué

Couche: Procédé

Type: Passives

Point de connexion de la liaison temporaire - bateau

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: A chaque déchargement

Causes:

O1 Désaccouplement de la liaison temporaire en présence de NH3 (M1)

Etapes de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Chasser l'ammoniac liquide de la liaison temporaire avant de désaccoupler

Décrit dans les instruction de travail..

Chasser à l'aide d'un gaz inerte, d'azote de préférence ou d'ammoniac gazeux.

[6]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Désaccouplement de la liaison temporaire en présence de NH3

Accouplement de la liaison temporaire - bateau

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Sensible à l'usure et à des manipulations erronées

Causes:

OU O1 Joint usagé (M3)

OU O2 Liaison mécanique erronée

Etapas de libération:

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Contrôle visuel de la connexion avant de débiter le (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

M2 Tester les fuites après la connexion et avant de débiter le (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M3 Emploi d'un nouveau joint à chaque connexion

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Joint usagé

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Fuite ou rupture de la liaison temporaire

Libération

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Système d'isolation du (dé)chargement du bateau

Vannes d'arrêt:

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

Activation:

- par mouvement exagéré du bateau (via un câble de rupture par exemple)
- par les arrêts d'urgence
- par les détecteurs de gaz
- par la protection de surremplissage du bateau

[5]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Location des vannes d'arrêt

Sur les tuyauteries gaz et liquide aussi près que possible de la liaison temporaire.

M2 Connexions break-away

Limite la libération à 1 kg de NH₃

[5], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Vannes automatiques

M3 Présence permanente d'un opérateur au (dé)chargement

Les instructions de travail concernant le (dé)chargement du NH₃ indiquent que la présence permanente d'un opérateur est obligatoire. Une alternative au contrôle sur place est la surveillance à partir d'une salle de contrôle à condition que l'on puisse avoir de là une vue correcte du lieu de (dé)chargement et que l'on puisse commander tous les équipements de contrôle et de sécurité.

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

M4 Communication entre le quai et le navire

La communication doit être possible à tout moment entre l'opérateur sur le quai et celui sur le bateau. Le surveillant de pont parle une langue compréhensible et dispose d'une radio portable.

[5], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

M5 Câble de rupture entre le bateau et le quai

En cas de rupture, les vannes à fermeture rapide commandables à distance sont actionnées.

C'est une alternative à la connexion break-away.

[6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

M6 Arrêt d'urgence au déchargement bateau

Actions:

- ferme automatiquement les vannes commandables à distance
- stoppe automatiquement le (dé)chargement
- enclenche une alarme en salle de contrôle

[5]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Placement des arrêts d'urgence

- situés sur les voies d'évacuation
- sur le bateau (en liaison avec l'installation)

Propagation de la fuite liquide

Propagation

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Dispositif de recueil de l'ammoniac liquide

Encuvement étanche ou sol en pente vers une cuve de recueil.
L'eau ne peut stagner dans le dispositif de réception. La dissolution du NH₃ dans l'eau est exothermique et la chaleur libérée favorise l'évaporation.

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Réactions avec le NH₃ dans l'encuvement

Aucune autre substance n'est stockée dans l'encuvement.

Inflammation

Impact

Description:

Détails:

D1 Par des étincelles électriques

Mesures:

M1 Interdiction de feu

Indiquée par exemple par des pictogrammes.

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

M2 Installation électrique en exécution antiexplosion

[1], [2], [3], [11], [15]

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Plan de zonage du sous-système concerné

- approuvé par l'inspection Technique
- actualisé

Rapport du contrôle électrique pour le sous-système concerné

- basse tension: tous les cinq ans à moins que ce ne soit stipulé autrement dans le dernier rapport de contrôle
- le rapport de contrôle n'indique aucune infraction

M3 Placer des liaisons équipotentielles

Repris dans les instructions de (dé)chargement

[3], [6], [15]

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

Fiabilité

La liaison équipotentielle est reprise dans un programme d'inspection.

Attaque par l'ammoniac

Les conducteurs en cuivre doivent être équipés d'une gaine protectrice (Le NH3 corrode le Cu).

Contact de l'ammoniac liquide avec la peau et les yeux

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Gants

Le port de gants est rendu obligatoire dans les instructions pour le (dé)chargement.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Attaque par le NH₃

Résistant à des gouttelettes à -33°C. Matériau type: caoutchouc butyle, caoutchouc naturel.

M2 Protection oculaire

Le port d'une protection oculaire est rendue obligatoire dans les instructions pour le (dé)chargement.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Attaque par l'ammoniac

Résistant à des gouttelettes à -33°C. Matériau type: polycarbonate.

Intoxication par le NH₃

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Masque intégral

Le port d'un masque intégral est imposé dans les instructions pour le (dé)chargement.

Le minimum est un masque équipé d'un filtre de type K.

[5], [17], [18]

Couche: Protection individuelle

Type: EPI

Feu

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Hydrants

[1], [3], [5], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

M2 Extincteurs portables

Extincteurs à poudre ou au CO2, pas de halon.

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

Formation

Les opérateurs reçoivent une formation périodique concernant l'utilisation des extincteurs portables.

Inspection et entretien

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

- contrôle mensuel de leur présence et de leur état
- contrôle annuel

<p>Sous-système</p> <p>Tuyauterie</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Tuyauteries

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Dilatation thermique du liquide emprisonné
- Pression de refoulement de la pompe

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.)

- Feu externe

Points faibles

Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Liaisons par brides

Liste des étapes de libération:

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Dilatation thermique du liquide emprisonné

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

OU O1 De l'ammoniac liquide est bloqué

OU O1.1 Dans le corps de vanne (M3)

OU O1.2 Entre deux vannes

OU O2 Echauffement du liquide emprisonné

Etapes de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Tuyauterie résistant à la surpression maximum

Tuyauteries construites et contrôlées suivant un code de bonne pratique.

Certificats disponibles pour les matériaux utilisés.

Les cordons de soudure sont contrôlés.

[1], [3], [5]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Décharge de pression en cas de dilatation thermique

Cela peut consister en:

- un disque de rupture avec un vase d'expansion

- une soupape de sécurité reliée au réseau de dégazage.

[1], [2], [3], [6]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Influence sur une cause

M3 Vannes ne retenant pas d'ammoniac

Eviter les vannes à boule et à piston, préférer les vannes papillon.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Dans le corps de vanne

Pression de refoulement de la pompe

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: surpression

Causes:

O1 Refoulement obturé

OU O1.1 Filtre bloqué par la formation de carbamates (M3)

O1.1.1 Présence de dioxyde de carbone (M4)

OU O1.2 Vanne fermée (M5)

Étapes de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Tuyauterie résistant à la pression maximum

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Soupape de sécurité sur la tuyauterie

La soupape de sécurité est placée entre la pompe et la première vanne pouvant obturer la tuyauterie.

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Influence sur une cause

M3 Les filtres sont repris dans un programme d'inspection

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

Influence sur cause: Filtre bloqué par la formation de carbamates

M4 Limiter la quantité de CO₂ présente dans le flux de NH₃

Fixé dans les spécifications remises au fournisseur.

Couche: Contrôle

Type: Passives

Influence sur cause: Présence de dioxyde de carbone

M5 La pompe ne peut être démarrée qu'après vérification de la position des vannes

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Vanne fermée

Conditions corrosives internes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: corrosion

Causes:

O1 Infiltration d'humidité dans les tuyauteries destinées à de l'ammoniac sec

OU O1.1 En provenance de l'installation de destruction dans le réseau de dégazage (M1)

OU O1.2 Via le point de connexion pour bras/flexible de (dé)chargement (M2)

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Flux de purge constant

Ce flux de purge empêche tout retour d'air humide.

Contrôle régulier de la présence de ce flux de purge.

Couche: Procédé

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: En provenance de l'installation de destruction dans le réseau de dégazage

M2 Obturer le point de connexion pour bras/flexible de (dé)chargement

Repris dans les instructions de travail concernant le (dé)chargement de l'ammoniac.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Via le point de connexion pour bras/flexible de (dé)chargement

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 O1 Libération de vapeurs ou de gaz corrosifs dans le voisinage de la tuyauterie

OU O2 Tuyauteries exposées aux conditions atmosphériques

OU O3 Humidité sous l'isolation (M3)

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Peinture anticorrosion

[2]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Inspection des tuyauteries

Ces inspections sont reprises dans un programme d'inspection.

Couche: Sécurité

Type: Inspection &entretien

Influence sur une cause

M3 Isolation imperméable à l'eau et à l'humidité de l'air

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Humidité sous l'isolation

Attaque par l'ammoniac

L'isolation est chimiquement inerte vis-à-vis de l'ammoniac.

Feu externe

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

Description:

Nature de l'attaque: diminution de la résistance du métal

Causes:

- OU O1 Feu du matériau d'isolation (M2)
- OU O2 Feu dans les alentours de la tuyauterie

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Tuyauteries suffisamment éloignées de tout foyer potentiel

- Pas de foyer potentiel sous les racks de tuyauteries tels que:
 - postes de (dé)chargement
 - containers avec des déchets combustibles (cartons, emballages, etc).
- Pas de tuyauteries dans ou au-dessus des encuvements sauf celles allant vers ou venant des réservoirs dans l'encuvement.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur une cause

M2 Isolation en matériau incombustible

Par exemple, "foamglaas", polyuréthane retardateur de feu.

[3], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Feu du matériau d'isolation

Liaisons par brides

Points faibles

Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: point sensible aux fuites

Causes:

OU O1 Fuite au filetage (M4)

OU O2 Déficience du joint

Étapes de libération:

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Les liaisons par brides limitées au minimum (pompes, vannes)
[3]

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Connexions soudées

Les connexions soudées ont la préférence.

[3]

Couche: Procédé

Type: Passives

M3 Joints enroulés en spirale

[3]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur une cause

M4 Eviter les connexions filetéées

[3], [16]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Fuite au filetage

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

<p>Sous-système</p> <p>Compresseur</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Tuyauteries

Le terme 'compresseur' est ici réservé à la pressurisation de gaz.

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Surchauffe du compresseur
- Pression de refoulement du compresseur

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Cavitation

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

- Purge de l'huile (séparateur d'huile)

Points faibles

Éléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Étanchéité de l'arbre

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite au compresseur

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Surchauffe du compresseur

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

O1 Présence d'un excès de gaz incondensables (M1)

Etapas de libération:

Fuite au compresseur

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Elimination de l'air lors de la mise en service

L'entièreté de l'air doit être éliminée du système: concentration de 90% minimum en ammoniac.
Repris dans une instruction.

[3]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Présence d'un excès de gaz incondensables

Pression de refoulement du compresseur

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

- OU O1 Fuite au droit des joints de l'aspiration du compresseur
seulement d'application pour les compresseurs à aspiration
- OU O2 Vanne fermée au refoulement

Etapas de libération:

Fuite au compresseur

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

- M1 Carter résistant à la pression prévisible
Seulement d'application pour les compresseurs à aspiration

[2], [16]
Couche: Enveloppe *Type: Passives*

- M2 Soupape de sécurité sur la carter
Uniquement d'application pour les compresseurs à aspiration

[2], [16]
Couche: Sécurité *Type: Décharge de pression*

- M3 Soupape de sécurité au refoulement en amont de la première vanne
[2]
Couche: Sécurité *Type: Décharge de pression*

Cavitation

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Impact de gouttelettes de liquide

Causes:

O1 Présence d'ammoniac liquide dans le compresseur (M1;M2;M3)

Etapas de libération:

Fuite au compresseur

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Piège à liquide à l'aspiration du compresseur

[1], [2], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'ammoniac liquide dans le compresseur

M2 Tuyauteries autour du compresseur conçues pour éviter l'accumulation de liquide

[6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Présence d'ammoniac liquide dans le compresseur

M3 Clapets anti-retour au refoulement

[1], [2], [6]

Couche: Sécurité

Type: Vannes automatiques

Influence sur cause: Présence d'ammoniac liquide dans le compresseur

Purge de l'huile (séparateur d'huile)

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures temporaires vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: à chaque fois que l'huile est purgée

Causes:

O1 Ammoniac présent dans le séparateur d'huile (M1;M2)

Etapes de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Instructions concernant la purge de l'huile

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Ammoniac présent dans le séparateur d'huile

M2 Double vanne sur la tuyauterie de purge

1 vanne classique et 1 à fermeture automatique (homme mort).

[1], [2], [3], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur cause: Ammoniac présent dans le séparateur d'huile

Etanchéité de l'arbre

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: point sensible aux fuites

Causes:

OU O1 Détérioration du presse-étoupe (M2)

OU O1.1 Attaque par l'ammoniac

OU O1.2 Usure

OU O2 Détérioration du bourrage mécanique (M3)

Etapas de libération:

Fuite au compresseur

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Compresseur sans bourrage

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur une cause

M2 Etanchéité sans bourrage

Pompe sans presse-étoupe ni bourrage mécanique.

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Détérioration du presse-étoupe

M3 Bourrage mécanique double

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Détérioration du bourrage mécanique

Réaction du liquide de barrage vis-à-vis de l'ammoniac

Liquide de barrage inerte vis-à-vis de l'ammoniac.

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Fuite au compresseur

Libération

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Système d'isolation du compresseur

Tant les tuyauteries en amont et en aval sont obturées
(éventuellement avec des vannes manuelles).

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

M2 Détection de NH₃ au droit du compresseur

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

<p>Sous-système</p> <p>Pompe</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Tuyauteries

le terme 'pompe' est ici réservé à la pressurisation de liquides.

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Pression de refoulement de la pompe

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Etanchéité de l'arbre

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite à la pompe

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Pression de refoulement de la pompe

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

O1 Vanne fermée au refoulement

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Vanne de by-pass au refoulement

Bypass vers:

- l'aspiration

- le réservoir à partir duquel on pompe

La vanne de by-pass doit s'ouvrir lorsqu'une pression déterminée est dépassée.

[1], [2]

Couche: Sécurité

Type: Vannes automatiques

M2 Soupape de sécurité au refoulement en amont de la première vanne

[2]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Etanchéité de l'arbre

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: point sensible aux fuites

Causes:

ET O1 Détérioration du presse-étoupe

ET O1.1 Attaque par l'ammoniac

ET O1.2 Usure

ET O2 Détérioration du bourrage mécanique

Etapas de libération:

Fuite à la pompe

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Pompe centrifuge sans bourrage

[3], [5], [6]

Couche: Procédé

Type: Indéfini

M2 Attestation du fournisseur certifiant que la pompe est prévue pour l'ammoniac

Couche: Procédé

Type: Passives

M3 Bourrage mécanique double

Couche: Procédé

Type: Passives

Réaction du liquide de barrage vis-à-vis de l'ammoniac

Liquide de barrage inerte vis-à-vis de l'ammoniac.

<p>Sous-système</p> <p>Réservoir de stockage</p>	
	<p>Division du contrôle des risques chimiques</p>

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Stockage

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Production de chaleur par des réactions non désirées
- Dilatation thermique du liquide emprisonné
- Perte de refroidissement

Phénomènes engendrant une dépression

- Absorption d'ammoniac dans la phase liquide

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

- Impact de véhicules

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

- Présence de conditions corrosives internes
- Présence de conditions corrosives externes
- Présence de conditions pour une corrosion fissurante

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

- Feu externe

Phénomènes engendrant des températures basses

- Evaporation de l'ammoniac liquide

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

- Regards
- Indicateurs de niveau en verre

Liste des étapes de libération:

Libération

- Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Propagation

- Dispersion et évaporation de la flaque de NH₃
- Dispersion d'un nuage de NH₃

Impact

- Inflammation
- Feu

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Production de chaleur par des réactions non désirées

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

O1 Présence de substances réactives

OU O1.1 Retour de flux en provenance d'une installation de production (M2)

OU O1.2 Contaminations dans le réseau d'azote (M3)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Soupape de sécurité

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

- la capacité requise pour la source de cause concernée
- la capacité effective de la soupape de sécurité installée

La pression maximale de service ne peut pas être dépassée de plus de 20%.

[1], [2], [3], [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Accumulation d'eau dans la ligne de décharge

L'accumulation d'eau est un problème:

- l'eau peut corroder la soupape
- la glace peut perturber le fonctionnement correct de la soupape de sécurité

Mesures:

- drain (non dirigé vers le réservoir)
- protection contre la pluie

Fiabilité

Les soupapes de sécurité sont reprises dans un programme d'inspection périodique.

Liaison avec l'espace à protéger

La liaison avec l'espace à protéger est assurée par:

- ou bien aucune vanne manuelle présente permettant d'isoler la soupape de sécurité
- ou bien un système de verrouillage assurant la position ouverte de la vanne manuelle

Attaque de la soupape de sécurité

Les matériaux constitutifs de la soupape de sécurité résistent à l'ammoniac.

Localisation de l'échappement

La décharge de pression s'échappe vers:

- vers l'atmosphère (éventuellement en dilution) mais uniquement à l'eau si cela se fait à une hauteur suffisante
- jamais dans un bâtiment ou sous un toit
- vers une installation de destruction (tour d'absorption par exemple)

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

De par de petites fuites dans le disque de rupture, une contre-pression peut apparaître entre ce dernier et la soupape de sécurité.

Mesures:

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

Forces de réaction du flux de décharge

Les tuyauteries d'échappement sont conçues de façon telle qu'elles ne puissent céder lors de la décharge.

Influence sur une cause

M2 Protection contre tout retour de flux

[2]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Retour de flux en provenance d'une installation de production

Fiabilité

La fiabilité requise est déterminée en fonction du risque.

La fiabilité effective est calculée et égale à la fiabilité requise.

La protection contre tout retour de flux est reprise dans un programme d'inspection.

M3 Réseau d'azote séparé

[9]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Contaminations dans le réseau d'azote

Dilatation thermique du liquide emprisonné

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

ET O1 Réservoir colmaté

ET O2 Espace libre insuffisant pour la dilatation thermique

OU O2.1 Niveau liqu. Sup. au niveau où la dilatation conduit à un surremplissage (M2;M3;M4)
Remplissage maximum 0,53 kg/l de volume du réservoir.

ET O3 Montée en température

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Soupape de sécurité

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

- la capacité requise pour la source de cause concernée
- la capacité effective de la soupape de sécurité installée

La pression maximale de service ne peut pas être dépassée de plus de 20%.

[1], [2], [3], [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Points d'attention: voir source de cause Production de chaleur par des réactions non désirées

Influence sur une cause

M2 Volume libre suffisant pour pouvoir décharger l'entièreté du camion-citerne

On s'assure, via la procédure de commande, de ce qu'il reste toujours un espace libre suffisant dans le réservoir de stockage pour pouvoir décharger l'entièreté du camion-citerne.

On contrôle de nouveau avant le déchargement s'il reste suffisamment d'espace libre dans le réservoir à remplir. Ceci est repris dans la procédure de déchargement.

La capacité de la citerne de transport est dans tous les cas inférieure au volume de chaque réservoir séparément.

[6]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Niveau liqu. Sup. au niveau où la dilatation conduit à un surremplissage

M3 Mesure de niveau avec alarme

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

L'alarme est réglée de façon à ce qu'il reste suffisamment de temps pour intervenir. La réaction est décrite dans une instruction.

Cette alarme n'est en aucun cas une alternative à une sécurité automatique de surremplissage.

[3]

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur cause: Niveau liqu. Sup. au niveau où la dilatation conduit à un surremplissage

M4 Protection du réservoir contre le surremplissage

Arrêt automatique du remplissage (arrêt des pompes et fermeture des vannes) sur base d'une mesure non utilisée pour le contrôle du procédé de remplissage.

[1], [3], [5], [6], [9]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Niveau liqu. Sup. au niveau où la dilatation conduit à un surremplissage

Perte de refroidissement

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: Surpression

Causes:

O1 Arrêt du compresseur

OU O1.1 Coupure de courant (M2)

OU O1.2 Panne du compresseur

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Soupape de sécurité

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

- la capacité requise pour la source de cause concernée

- la capacité effective de la soupape de sécurité installée

La pression maximale de service ne peut pas être dépassée de plus de 20%.

[1], [2], [3], [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Points d'attention: voir source de cause Production de chaleur par des réactions non désirées

Influence sur une cause

M2 Compresseur connecté à un réseau de secours

[3]

Couche: Sécurité

Type: Passives

Influence sur cause: Coupure de courant

Absorption d'ammoniac dans la phase liquide

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une dépression

Description:

Nature des tensions: Dépression

Causes:

O1 Dissolution d'ammoniac gazeux dans l'eau

OU O1.1 Infiltration d'eau dans le réservoir de stockage

O1.1.1 Retour de l'installation de destruction (M3)

OU O1.2 Rinçage du réservoir de stockage à l'eau lors de la mise hors service (M4)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Enceinte résistant au vide

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Boucle de régulation de pression

Pour compenser la chute de pression, on peut ajouter du N2 ou du NH3.

[14]

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur une cause

M3 Protection contre tout retour de flux

[1], [2], [3], [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Retour de l'installation de destruction

M4 Procédure de rinçage

Avant de rincer le réservoir, purger au gaz.

Dans le cas où, en premier lieu, on n'a pas purgé suffisamment, un vide peut être créé par l'absorption de vapeurs d'ammoniac dans l'eau.

[3]

Couche: Contrôle

Type: Procédurieriel

Influence sur cause: Rinçage du réservoir de stockage à l'eau lors de la mise hors service

Impact de véhicules

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant d'autres tensions qu'une pression

Description:

Nature des tensions: Forces engendrées par l'impact d'un véhicule

Causes:

OU O1 Véhicules externes (M1)

OU O2 Traffic interne (M2;M3;M4)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Distance de sécurité par rapport aux routes publiques

Réservoir de stockage éloigné de 25 m de tout transport public.

[3], [5]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Véhicules externes

M2 Distance de sécurité par rapport aux routes internes

Au moins 25 m dans le cas d'une capacité de stockage de plus de 50 tonnes. Autrement, 10 m.

[3]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Traffic interne

M3 Limitation de vitesse pour le charroi interne

[3]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Traffic interne

M4 Rails de sécurité

[3]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Traffic interne

Présence de conditions corrosives internes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Corrosion

Causes:

O1 Présence d'ammoniac

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Le matériau de l'enceinte résiste à la corrosion

Les matériaux suivants ne sont pas appropriés: l'aluminium, le zinc, le cuivre, l'argent, le bronze ou l'acier galvanisé.

[4]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Inspection périodique de l'enceinte

Il faut veiller à limiter au maximum le nombre d'introductions dans un réservoir.

[3]

Couche: Sécurité

Type: Inspection &entretien

Présence de conditions corrosives externes

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Corrosion

Causes:

ET O1 Exposition aux conditions atmosphériques

ET O2 Humidité sous l'isolation (M3)

ET O3 Présence de vapeurs ou de gaz corrosifs dans le voisinage du réservoir

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Peinture anticorrosion

[2]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Inspection périodique de l'enceinte

Il faut veiller à limiter au maximum le nombre d'introductions dans un réservoir.

[3]

Couche: Sécurité

Type: Inspection & entretien

Influence sur une cause

M3 Isolation imperméable à l'eau et à l'humidité de l'air

[5], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Humidité sous l'isolation

Attaque par l'ammoniac

L'isolation est chimiquement inerte vis-à-vis de l'ammoniac.

Présence de conditions pour une corrosion fissurante

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Conditions corrosives ou chimiquement agressives

Description:

Nature de l'attaque: Stress Corrosion Cracking

Causes:

ET O1 Présence de tensions dans le matériau de construction du réservoir (M2)

OU O1.1 Le matériau de construction est en acier trempé et a subi un traitement détente

OU O1.2 Acier non-allié dont la limite élastique minimum est > 355 Mpa

OU O1.3 Pas de traitement thermique approprié après soudage (M3)

ET O2 Présence de concentrations déterminées en eau et oxygène

ET O2.1 Concentration en oxygène trop élevée (M4;M5)

ET O2.2 Concentration en eau trop faible (M6)

Etapes de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Inspection périodique de l'enceinte

Il faut veiller à limiter au maximum le nombre d'introductions dans un réservoir.

[3]

Couche: Sécurité

Type: Inspection & entretien

Influence sur une cause

M2 Matériau de construction de l'enceinte non sensible au SCC

L'acier trempé et recuit n'est pas approprié ([1], [2], [3], [5]).

Lorsque de l'acier non allié est employé, sa limite d'élasticité doit être au maximum de 335 Mpa. ([3], [6])

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Présence de tensions dans le matériau de construction du réservoir

M3 Recuit de détente après soudage

[1], [3]

Couche: Enveloppe

Type: Indéfini

Influence sur cause: Pas de traitement thermique approprié après soudage

M4 Programme de mesure périodique de l'oxygène

Au moins une fois par mois

[3], [4]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Concentration en oxygène trop élevée

M5 La concentration en oxygène est fixée dans le bon de commande

Il est fixé contractuellement avec le fournisseur que la concentration maximum en oxygène ne peut dépasser 25 ppm.

[3], [4]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Concentration en oxygène trop élevée

M6 Présence d'au moins 0,2 % d'eau en poids

Si l'on ajoute de l'eau, il faut que ce soit de l'eau distillée ou une eau de qualité équivalente. Ne pas ajouter d'eau dans la phase gazeuse pour ne pas créer de dépression.

On peut également veiller à ce que le NH₃ livré contienne suffisamment d'eau. Cela doit, dans ce cas, être confirmé dans les spécifications du fournisseur.

[3]

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

Influence sur cause: Concentration en eau trop faible

Feu externe

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

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

Description:

Nature de l'attaque: Diminution de la résistance à la traction

Causes:

OU O1 Feu du matériau d'isolation utilisé (M2)

OU O2 Feu de liquide (NH3) sous le réservoir (M3)

OU O3 Feu de matériaux combustibles dans le voisinage des réservoirs (M4;M5)

OU O4 Feu de végétation (M6)

Étapes de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 Système de déluge

Peut être activé manuellement.

[14]

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

Dimensionnement

Débit suivant un code de bonne pratique (recommandation: 10 l/min m² de surface de réservoir).

Fiabilité

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

Influence sur une cause

M2 Isolation en matériau incombustible

Foamglass ou polyuréthane retardateur de feu par exemple

[3], [6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Feu du matériau d'isolation utilisé

M3 Sol en pente sous le réservoir de stockage

Ecoulement vers un puits de récupération ou vers une zone d'évaporation suffisamment éloignée des réservoirs pour minimaliser les effets du rayonnement thermique sur ceux-ci.

[3]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Feu de liquide (NH3) sous le réservoir

M4 Pas de stockage de matériaux combustibles dans le voisinage des réservoirs

Tout matériau combustible est au minimum éloigné de 3 m des réservoirs de stockage.

[1], [3]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Feu de matériaux combustibles dans le voisinage des réservoirs

M5 Inspection périodique de la présence de matériaux combustibles

Couche: Contrôle

Type: Inspection & entretien

Influence sur cause: Feu de matériaux combustibles dans le voisinage des réservoirs

M6 Présence de végétation combustible

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Feu de végétation

Evaporation de l'ammoniac liquide

Phénomènes menaçant les matériaux de construction de l'enveloppe

Phénomènes engendrant des températures basses

Description:

Nature de l'attaque: Fragilisation

Causes:

O1 Alimenter du NH3 liquide dans un réservoir en dépression (M2)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Le matériau de construction résiste aux basses températures

Au moins résistant jusqu'à -10°C, de préférence -33°C.

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

[3]

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur une cause

M2 Rétablissement de la pression avec du NH3 gaz avant d'alimenter le NH3 liquide

Alimenter un réservoir en dépression avec de l'ammoniac liquide peut mener à un refroidissement local dans celui-ci suite à l'évaporation.

Ceci est décrit dans les instructions de travail se rapportant à la remise en service d'un réservoir de stockage.

[3]

Couche: Contrôle

Type: Procédurieriel

Influence sur cause: Alimenter du NH3 liquide dans un réservoir en dépression

Regards

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Risque de rupture soudaine

Causes:

OU O1 Tensions thermiques

OU O2 Impact (M3)

OU O3 Surpression (M4)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Eviter les regards

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Isoler les regards après utilisation

Repris dans une instruction

Couche: Sécurité

Type: Procédurier

Influence sur une cause

M3 Protection du regard

Couche: Sécurité

Type: Passives

Influence sur cause: Impact

M4 Le regard résiste à la pression maximum prévisible

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Surpression

Indicateurs de niveau en verre

Points faibles

Eléments de l'enveloppe dans des matériaux plus faibles

Description:

Nature du point faible: Risque de rupture soudaine

Causes:

OU O1 Tension thermique

OU O2 Impact

OU O3 Surpression (M4)

Etapas de libération:

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Mesures:

Influence sur la source de causes

M1 Eviter les indicateurs de niveau en verre

Les indicateurs de niveau pour lesquels le NH₃ est en contact direct avec le verre sont à éviter.

Couche: Procédé

Type: Passives

M2 Isoler l'indicateur de niveau en verre après lecture

Cela est décrit dans une instruction.

Couche: Contrôle

Type: Procédurier

M3 Protection de l'indicateur de niveau en verre

Couche: Sécurité

Type: Passives

Influence sur une cause

M4 L'indicateur de niveau en verre résiste à la pression maximum prévisible

Couche: Enveloppe

Type: Passives

Influence sur cause: Surpression

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Fuite ou rupture du réservoir de stockage

Libération

Description:

Détails:

D1 Dans les tuyauteries connectées

D2 Au niveau de l'indicateur de niveau en verre (M5)

Mesures:

M1 Système d'isolation du réservoir de stockage

Vannes d'arrêt:

- Sur les connexions sous le niveau du liquide: 2 vannes en série dont l'une au moins peut être commandée à distance

- Pour les connexions dans la phase gazeuse: 1 vanne pouvant être commandée à distance

- Pour les tuyauteries de liquide connectées via des tubes plongeurs: 1 vanne pouvant être commandée à distance

Activation

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

- par l'arrêt d'urgence en salle de contrôle (ou tout autre local occupé en permanence)

- par la détection de gaz

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

[1], [3], [5], [6], [10]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Emplacement des vannes

Aussi près que possible du réservoir.

Dans le cas de tubes plongeurs: directement sur la connexion par bride.

Dégradation par le feu

Dans le cas de danger de feu externe, les vannes d'arrêt doivent pouvoir résister au feu.

Signalisation

La position des vannes (ouvertes/fermées) est clairement indiquée.

M2 Limiteur de débit

Sur les tuyauteries avec des flux sortants.

Ceci ne constitue pas une alternative au 'Système d'isolation du réservoir de stockage' (à cause de la faible fiabilité).

[1], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Vannes automatiques

M3 Clapet anti-retour

Sur les tuyauteries avec flux entrants. Ceci ne constitue en aucun cas une alternative au 'Système d'isolation du réservoir de stockage' (à cause d'une fiabilité insuffisante).

[1], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Vannes automatiques

M4 Réservoir de réserve

Le contenu du (des) réservoir(s) de stockage de NH3 peut, en cas de fuite, être transféré vers ce réservoir de réserve.

Dans le cas où le réservoir de réserve contient de l'eau, il faut injecter le NH3 à proximité du fond du réservoir. 3 litres d'eau sont nécessaires par litre de NH3.

[1]

Couche: Procédé

Type: Passives

M5 Limiteur de débit sur l'indicateur de niveau en verre

Couche: Limitation des dommages

Type: Vannes automatiques

Influence sur détail: Au niveau de l'indicateur de niveau en verre

M6 Alarme de pression sur le réservoir de réserve

Couche: Contrôle

Type: Boucle de contrôle

Influence sur mesure: Réservoir de réserve

Dispersion et évaporation de la flaque de NH3

Propagation

Description:

Détails:

D1 Sur le sol (M1)

D2 Via l'égouttage (M2)

Mesures:

M1 Dispositif de recueil de l'ammoniac liquide

Encuvement étanche ou sol en pente vers une cuve de recueil.
L'eau ne peut stagner dans le dispositif de réception. La dissolution du NH3 dans l'eau est exothermique et la chaleur libérée favorise l'évaporation.

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur détail: Sur le sol

Réactions avec le NH3 dans l'encuvement

Aucune autre substance n'est stockée dans l'encuvement.

M2 Elimination contrôlée de l'eau dans l'encuvement

Le drainage de l'eau est fermé en conditions normales. Cette position est contrôlée via des rondes d'inspection régulières. L'encuvement est uniquement vidangé sous le contrôle d'un opérateur. Ceci est fixé dans une instruction.

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

Influence sur détail: Via l'égouttage

Dispersion d'un nuage de NH3

Propagation

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Rideaux d'eau

Les rideaux d'eau sont alimentés via des hydrants fixes (à 25 m des réservoirs de stockage) ou via des canons à eau mobiles (queues de paon).

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

M2 Bâtiment de stockage

Le stockage de NH3 dans un bâtiment est limité à 2 tonnes (Cfr réf. [5]).

L'espace dans lequel le NH3 est entreposé est étanche au gaz de façon telle que du NH3 ne puisse s'échapper vers l'extérieur ou vers toute autre partie du bâtiment:

- les fenêtres ne peuvent pas être ouvertes
- les portes sont à fermeture automatique
- les passages de tuyauteries au travers des murs sont étanches au gaz

[1], [2], [3], [5], [6], [13], [15]

Couche: Protection collective

Type: Passives

Résistance au feu

Le bâtiment est construit en matériaux incombustibles.

Il n'existe aucun stockage d'autres substances combustibles dans le bâtiment.

L'espace dans le bâtiment est zoné comme décrit dans le document relatif à la protection contre les explosions.

[1], [2], [3], [11], [15]

Evacuation

Au moins 2 routes.

Les portes s'ouvrent vers l'extérieur.

Pour toutes les personnes présentes sont prévus des masques pour l'évacuation, soit:

- masque intégral (avec protection oculaire)
- filtre adapté (type K).

[5]

M3 Ventilation du bâtiment

La ventilation:

- aspire aux endroits stratégiques
- évacue vers un système de traitement de NH3 gazeux ou vers un endroit sûr dans les environs (vitesse d'évacuation d'au moins 20 m/s).
- se met automatiquement en route en cas de détection de NH3 dans le bâtiment
- peut également être activée manuellement

[6]

Couche: Protection collective

Type: Boucles de sécurité

M4 Détection de NH3 dans le bâtiment

2 détecteurs au minimum.

L'alarme est donnée:

- dans l'espace présentant un risque de fuite de NH3
- en salle de contrôle
- aux entrées des espaces présentant un risque de fuite de NH3

[5], [6], [13]

Couche: Limitation des dommages

Type: Boucles de sécurité

Influence sur mesure: Bâtiment de stockage

Inflammation

Impact

Description:

Détails:

D1 Inflammation électrostatique (M1)

D2 Par une flamme nue (M2)

Mesures:

M1 Mise à la terre

Les conducteurs en cuivre doivent être protégés contre le NH3 étant donné que le NH3 corrode le cuivre.

[15]

Couche: Limitation des dommages

Type: Passives

Influence sur détail: Inflammation électrostatique

Fiabilité

Repris dans un programme d'inspection

M2 Interdiction de feu

Indiquée par exemple par des pictogrammes.

Couche: Limitation des dommages

Type: Procédurier

Influence sur détail: Par une flamme nue

Feu

Impact

Description:

Détails:

Mesures:

M1 Hydrants

[1], [3], [5], [6]

Couche: Limitation des dommages

Type: Systèmes d'extinction

Sous-système Evaporateur	
	Division du contrôle des risques chimiques

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Stockage

Liste des sources de causes:

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

- Apport de chaleur de l'évaporateur

Liste des étapes de libération:

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Apport de chaleur de l'évaporateur

Phénomènes engendrant des tensions sur l'enveloppe

Phénomènes engendrant une pression élevée

Description:

Nature des tensions: surpression

Causes:

OU O1 Apport maximum de chaleur

OU O1.1 Débit maximum de fluide caloporteur (M4)

OU O1.2 Température maximum du fluide caloporteur (M5)

OU O2 Evacuation minimum de chaleur

OU O2.1 Pas d'alimentation en ammoniac (M6)

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur la caractéristique de fonctionnement

M1 L'évaporateur résiste à la pression maximum

Couche: Enveloppe

Type: Passives

M2 Un contact de surpression stoppe l'apport de chaleur

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

M3 Soupape de sécurité

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

- la capacité requise pour la source de cause concernée
- la capacité effective de la soupape de sécurité installée

La pression maximale de service ne peut pas être dépassée de plus de 20%.

[1], [2], [3], [5], [6]

Couche: Sécurité

Type: Décharge de pression

Accumulation d'eau dans la ligne de décharge

L'accumulation d'eau est un problème:

- l'eau peut corroder la soupape
- la glace peut perturber le fonctionnement correct de la soupape de sécurité

Mesures:

- drain (non dirigé vers le réservoir)
- protection contre la pluie

Fiabilité

Les soupapes de sécurité sont reprises dans un programme d'inspection périodique.

Liaison avec l'espace à protéger

La liaison avec l'espace à protéger est assurée par:

- ou bien aucune vanne manuelle présente permettant d'isoler la soupape de sécurité
- ou bien un système de verrouillage assurant la position ouverte de la vanne manuelle

Attaque de la soupape de sécurité

Les matériaux constitutifs de la soupape de sécurité résistent à l'ammoniac.

Localisation de l'échappement

La décharge de pression s'échappe vers:

- vers l'atmosphère (éventuellement en dilution) mais uniquement à l'eau si cela se fait à une hauteur suffisante
- jamais dans un bâtiment ou sous un toit
- vers une installation de destruction (tour d'absorption par exemple)

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

De par de petites fuites dans le disque de rupture, une contre-pression peut apparaître entre ce dernier et la soupape de sécurité.

Mesures:

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

Forces de réaction du flux de décharge

Les tuyauteries d'échappement sont conçues de façon telle qu'elles ne puissent céder lors de la décharge.

Influence sur une cause

M4 Limitation du débit maximum de fluide caloporteur

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Débit maximum de fluide caloporteur

M5 Limitation de la température maximum du fluide caloporteur

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Température maximum du fluide caloporteur

M6 Un contact de débit faible ou nul de NH3 stoppe l'apport de chaleur

Couche: Sécurité

Type: Boucles de sécurité

Influence sur cause: Pas d'alimentation en ammoniac

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

Sous-système Scrubber	
	Division du contrôle des risques chimiques

1. Description sous-système

Installation: Stockage et déchargement

Section: Destruction du NH₃

Liste des sources de causes:

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

- Sortie à l'atmosphère du scrubber

Liste des étapes de libération:

2. Sources de causes et mesures correspondantes

Sortie à l'atmosphère du scrubber

Ouvertures dans l'enveloppe

Ouvertures permanentes vers l'atmosphère

Description:

Fréquence d'utilisation: Continu

Causes:

O1 Le scrubber ne peut pas traité le NH3

O1.1 Arrivée de NH3 liquide au scrubber destiné à du NH3 gazeux (M1)

Etapas de libération:

Mesures:

Influence sur une cause

M1 Piège à liquide en amont du scrubber

[6]

Couche: Procédé

Type: Passives

Influence sur cause: Arrivée de NH3 liquide au scrubber destiné à du NH3 gazeux

3. Etapes de libération et mesures correspondantes

ANNEXE 2

Liste de vérification

Liste de vérification

(DE)CHARGEMENT: camions & wagons-citernes	OK/NOK
Indication des dangers de l'ammoniac	
Indication de l'interdiction de feu sur les chemins d'accès	
Surveillance continue durant le (dé)chargement	
Présence d'un câble de mise à la terre	
Présence de cales	
Présence d'un ridoir/d'un break-away	
Girouette ou manche à air bien visible	
Présence d'arrêts d'urgence	
Présence d'un parking pour les camions en attente de (dé)chargement	
Protection suffisante vis à vis du trafic durant le (dé)chargement	
Présence de fondations solides (l'eau ne peut pas s'accumuler)	
Douches protégées contre le gel + rince-œil à 2 endroits différents	

(DE)CHARGEMENT: bateaux	OK/NOK
Indication des dangers de l'ammoniac à l'entrée (25 m du lieu de (dé)chargement)	
Indication de l'interdiction de feu aux chemins d'accès	
Surveillance continue durant le (dé)chargement	
Présence d'un câble de mise à la terre/d'une liaison équipotentielle	
Présence d'un break-away/d'un câble de rupture	
Présence d'arrêts d'urgence	
Présence d'hydrants à proximité du quai de (dé)chargement	
Douches protégées contre le gel + rince-œil à 2 endroits différents	

RESERVOIRS DE STOCKAGE A L' AIR LIBRE	OK/NOK
Pas de regards ni d'indicateurs de niveau en verre	
Réservoir recouvert d'une couche de peinture reflétant le rayonnement	
Réservoir mis à la terre (pas de fil de cuivre là où le contact avec du NH ₃ est possible)	

Protection suffisante vis à vis du trafic	
Pas de matériau combustible dans un rayon de 3 m autour du réservoir	
Présence de panneaux indiquant l'interdiction de feu	
Présence de panneaux indiquant les dangers de l'ammoniac	
Présence d'hydrants à 25 m	
Girouette ou manche à air bien visible	
Présence d'un encuvement en bon état	

RESERVOIRS DE STOCKAGE DANS DES BATIMENTS FERMES	OK/NOK
Portes à fermeture automatique	
Les fenêtres ne savent pas s'ouvrir	
Pas d'ouverture en liaison libre avec d'autres espaces où le danger de fuite d'ammoniac n'existe pas	
Masque intégral individuel avec filtre adapté (K)	
Pas de stockage de produits combustibles	
Pas de soupapes de sécurité évacuant dans le local	
Sol en pente vers une capacité de rétention suffisante	

TUYAUTERIES	OK/NOK
Marquage des tuyauteries d'ammoniac (produit, sens du flux)	
Isolation en bon état	

MATERIEL D'INTERVENTION	OK/NOK
Pas de présence d'extincteur au halon dans la zone de stockage ou de (dé)chargement de l'ammoniac	
Intervention : combinaison étanche au gaz et appareil respiratoire autonome (2 équipements au min.)	