الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY

جامعة باجي مختار – عنابـــة

Faculté : .....TECHNOLOGIE.....

Département : .....GENIE DES PROCEDES.....

Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Filière : INDUSTRIES PETROCHIMIQUES

Spécialité : genie petrochimique

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Thème:

Etude de récupération des gaz ammoniac venant du conduit retour gaz après l'opération de chargement navire

Présenté par : *TARBOUCHE TAOUFIK*

BELLILI ZAKARIA

Encadrant : *PR KHERRAT* *GRADE PR* **Université BADJI MOKHTAR - ANNABA**

Jury de Soutenance :

SAMAR	PR	**BADJI MOKHTAR - ANNABA**	Président
KHERRAT	PR	**BADJI MOKHTAR - ANNABA**	Encadrant
Nom et prénom	Grade	Université	Co-encadrant
FERKOUS	DR	**BADJI MOKHTAR - ANNABA**	Examinateur
Nom et prénom	Grade	Université	Deuxième examinateur / Membre invité

Année Universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

J'exprime mes sincères remerciements à Allah le tout puissant A mes parents pour leur contribution pour chaque travail que j'ai effectué.
De même je tiens à remercier tout le personnel du département génie de procède
Je remercie aussi Monsieur Tarbouche taoufik tarbouche, et toute l'équipe de Production et l'équipe services port de l'entreprise FERTIAL MR. Fethi chibani pour leur aide.

Sans oublier ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, mes amis, mes collègues et tous les étudiants de la promotion.

Université Badji Mokhtar-Annaba

B.zakaria / T.taoufik

DÈDICACES

Je dédie ce modeste travail à ceux que j'aime le plus au monde: À ma grand-mère , que Dieu ait son âme, à ma mère dont les prières m'ont accompagné tout au long de mes études, à mon père dont le seul souci était que je réussisse dans ma vie, à tous mes frères Houssem et Messaoud et sœurs asma et Amira qui me souhaitent tout le bien du monde, à ma tante qui n'a jamais hésité à m'aider, à ma belle-mère qui a toujours été un soutien pour moi, et à tous mes amis, de l'enfance aux études et au travail.

B.zakaria

DÈDICACES

Je dédie ce modeste travail à ceux que j'aime le plus au monde:À ma grand-mère , que Dieu ait son âme, à ma mère dont les prières m'ont accompagné tout au long de mes études, à mon père dont le seul souci était que je réussisse dans ma vie, à ma femme et mon petite fille qui me souhaitent tout le bien du monde, à ma tante qui n'a jamais hésité à m'aider, à ma belle-mère qui a toujours été un soutien pour moi, et à tous mes amis, de l'enfance aux études et au travail.

T.taoufik

RESUME

La récupération des gaz ammoniac provenant de la conduite retour de gaz après l'opération de chargement des navires représente un enjeu environnemental et économique majeur. Ce mémoire explore les techniques et technologies disponibles pour capturer et traiter ces gaz afin de réduire les émissions et d'améliorer l'efficacité énergétique du processus de chargement. L'étude se concentre sur l'analyse des systèmes de récupération existants, l'évaluation des performances des technologies de capture telles que l'absorption, l'adsorption et la condensation, ainsi que sur la modélisation des flux de gaz dans la conduite retour. Les résultats montrent que l'optimisation de ces systèmes peut significativement réduire les émissions de gaz ammoniac, contribuant ainsi à une meilleure conformité environnementale et à des économies opérationnelles substantielles. Des recommandations sont formulées pour l'intégration de ces technologies dans les infrastructures actuelles, en mettant l'accent sur les défis techniques et économiques, ainsi que sur les perspectives d'amélioration future.

Mots cles: Récupération des gaz, Ammoniac, Absorption, Adsorption, Condensation**.**

ملخص

يمثل استرداد غاز الأمونيا من أنبوب إرجاع الغاز بعد عملية تحميل السفينة تحديًا بيئيًا واقتصاديًا كبيرًا. تستكشف هذه الأطروحة التقنيات والتقنيات المتاحة لالتقاط ومعالجة هذه الغازات لتقليل الانبعاثات وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في عملية التحميل. تركز الدراسة على تحليل أنظمة الاسترداد الحالية، وتقييم أداء تقنيات الالتقاط مثل الامتصاص والامتزاز والتكثيف، بالإضافة إلى نمذجة تدفقات الغاز في خط العودة. وتظهر النتائج أن تحسين هذه الأنظمة يمكن أن يقلل بشكل كبير من انبعاثات غاز الأمونيا، مما يساهم في تحسين الامتثال البيئي وتحقيق وفورات تشغيلية كبيرة. ويتم تقديم توصيات لدمج هذه التقنيات في البنى التحتية الحالية، مع التركيز على التحديات التقنية والاقتصادية، فضلاً عن آفاق التحسين في المستقبل.

كلمات مفتاحية: استخلاص الغاز، الأمونيا، الامتصاص، الامتزاز، التكثيف.

TABLE DE FIGURE

Figure I. 1: Carte de localisation du complexe fertial.....3
Figure I. 2: Vue de l'entrèe de complex fertial annaba.....4
Figure I. 3: Shema du procèdes de fabrication de l'ammoniac kellogg.....9
Figure II. 1 : Bac de stockage 101 T.....10
Figure II. 2: La trochere de secours.....13
Figure II. 3: Vue generale de l'ensemble d'installation et des pipes du bac de stockage.....14
Figure II. 4: Les pipes de transfert du bac de stockage.....16
Figure II. 5: Salle de controle du bac de stockage d'ammoniac.....19

Figure IV. 1: Schéma de la Boucle de Liquéfaction.....42

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I. 1: Les differents fabriques a FERTIAL 6

TABLE DES MATIERES

Resume.....v
Table de figure.....vi
Table des tableaux.....vii
Introduction Générale.....1
I.1. Introduction.....2
I.2. Historique.....2
I.3. Localisation du complexe.....2
I.4. Les plates-formes FERTIAL.....3
I.4.1. Plateforme FERTIAL D'ANNABA.....4
I.4.2. Les unités du complexe FERTIAL.....5
I.5 .Diffèrentes direction de fertial.....6
1.6. Production de l'entreprise.....6
1.7. L'unité d'ammoniac.....6
1.7.1. Présentation générale de l'unité.....6
I.7.2 Généralités sur l'Ammoniac.....7
I.9. Conclusion.....9
II.1. Le Bac de stockage d'ammoniac 101T :.....10
II.1. Les caractéristiques techniques du bac :.....11
II.1. Système d'entreposage et de transbordement d'ammoniac.....11
II.1.1. Système d'entreposage de l'ammoniac.....11
II.1.2. Système de transbordement de l'ammoniac.....15
II.2. Système de retour des gaz.....17
II.2.1. Fréquence des transbordements.....17
II.2.2. Les infrastructures portuaires.....17
II.2.3. Moyens de prévention et de protection.....18
II.3. Les Equipements et les accessoires du bac de stockage.....18
II.3.1. Problèmes de dégradation du bac de stockage :.....19
II.3.2. Dégradations potentielles des parois métalliques des réservoirs.....20
II.3.3. Corrosion atmosphérique.....20

II.3.4. Corrosion fissurante sous tension par l’ammoniac 21
II.3.5. Fatigue 21
II.3.5. Dégradations potentielles des accessoires et les connexions des réservoirs réfrigérés 21
III.4. Conclusion : 22
III.1. Sécurité du Bac de Stockage d'Ammoniac que 23
III.2. Propriétés de l'Ammoniac que et Risques Associés 23
III.2.1 Propriétés de l'Ammoniac que 23
III.2.2. Risques Associés à l'Ammoniac que 24
III.2.3. Mesures de Sécurité pour Gérer les Risques 25
III.3. Torches de Sécurité 26
III.3.1. Principe de Fonctionnement 26
III.3.2. Composants Principaux 26
III.3.3. Soupapes de Sécurité 27
III.3.4. Dispositifs de Détection et de Surveillance 27
III.3.4. Systèmes d'Extinction d'Incendie 28
III.3.5. Protocoles de Sécurité et Formation 29
III.3.5.2. Formation du Personnel 31
III.3.6. Conformité Réglementaire 33
III.3.6.1. Réglementations Internationales et Nationales 33
III.3.6.1. Exigences Spécifiques de Conformité 34
III.3.6. 3. Normes et Bonnes Pratiques Industrielles 35
III.3.7. Conclusion 36
IV.1. Introduction 37
IV.2. Contexte et Importance 37
IV.2.1. Contexte Industriel 37
IV.2.2. Importance de la Gestion des Gaz d'Évaporation 37
IV.3. Cadre Réglementaire 38
IV.4. Défis Techniques 39
IV.4. Principe de Fonctionnement 39
IV.4.1 Évaporation 39

IV.4.2 Captage des Gaz 40
IV.4. 3 Compression 40
IV.4.4 Refroidissement et Condensation 41
IV.4.5Retour au Bac de Stockage 41
IV.4. Équipement Principal.....42
IV.4.1. Compresseurs.....42
IV.4.2. Échangeurs de Chaleur 43
IV.4.3. Condenseurs.....44
IV.4.3.2 Fonctionnalité 44
IV.4.4. Système de Tuyauterie et de Vannes 44
IV.4.5. Pompes de Transfert 45
IV.4.6. Systèmes de Contrôle et de Surveillance.....46
IV.4.7. Systèmes de Contrôle 46
IV.5. Avantages de la Boucle de Liquéfaction 47
IV.5.1. Économies de Coûts 47
IV.5. 2. Amélioration de la Sécurité 48
IV.5. 3. Protection de l'Environnement.....48
IV.5.4. Fiabilité et Efficacité Opérationnelle.....49
IV.5. 5. Avantages Financiers.....49
IV.6. Conception des Équipements.....50
IV.7. Maintenance et Fiabilité 51
Programmes de Maintenance Préventive.....51
Gestion des Pièces de Rechange 51
IV.8. Efficacité Énergétique 51
Optimisation des Processus.....51
*Te*chnologies Avancées.....51
IV.9. Intégration Systémique 52
Coordination des Composants 52
Redondance et Fiabilité.....52
IV.10. Sécurité 52
Conformité Réglementaire.....52

Systèmes de Sécurité Actifs et Passifs 52
IV.11. Gestion des Déchets et de l'Environnement 53
Traitement des Sous-produits 53
Surveillance Environnementale 53
IV.12. Gestion des Risques et Formation 53
Évaluation des Risques 53
Formation et Compétence 53
IV.12. conclusion 54
Mise à l'arrêt chargement de navire 55
v.1.INTRODUCTION 56
V.2.La modification proposer 56
V.3. Présentation des équipements obtenir 57
V.3.1. le ballon tampon 57
V.3.2. condenseur multi tubulaires à calandre 57
V.3.3.les vanne en cascade 57
V.4. LA MISE EN SERVICE PROJET DE MODIFICATION 58
V.5. La procédure de la mise à l'arrêt le projet de récupération des gaz ammoniac 59
V.6. LES AVANTAGES OBTENIR PAR LE PROJET DE MODIFICATION 59
V.6.1 Le coût de réalisation de cette projet 59
V.6.2 Les bénéfices de cette projet 59
V.6.3 Les avantages pour l'environnement et la sécurité de population 60
VI. PARTIE CALCULE 61
Conclusion Générale 64
BIBLIOGRAPHIE 67
LES ANNEXES 68

INTRODUCTION GENERALE

Dans le contexte industriel moderne, la gestion des ressources et la réduction des pertes sont des priorités essentielles pour assurer la rentabilité et la durabilité des opérations. L'industrie de l'ammoniac, en particulier, fait face à des défis significatifs liés à la récupération et à la gestion des gaz résiduels. Ces gaz, s'ils ne sont pas correctement récupérés et réutilisés, représentent non seulement une perte économique importante mais aussi un risque environnemental et de sécurité majeur.

Le projet présenté dans ce document se concentre sur l'amélioration des processus de récupération des gaz d'ammoniac dans les conduites de retour. Actuellement, une quantité non négligeable d'ammoniac est perdue lors des opérations d'exportation, soit en étant évacuée vers la torche pour maintenir la pression, soit par des soupapes de sécurité, ce qui engendre des pertes financières substantielles et des risques pour l'environnement et la population.

L'objectif principal de ce projet est de mettre en place un système efficace et durable pour récupérer 100% des gaz d'ammoniac résiduels. En optimisant les équipements existants tels que les compresseurs, les condenseurs, et en améliorant les procédures de gestion de la pression et de sécurité, il est possible de transformer ces pertes en gains substantiels. Les bénéfices économiques escomptés sont considérables, tout en contribuant à une meilleure protection de l'environnement et à la sécurité des travailleurs et des populations environnantes.

Cette introduction générale vise à présenter les enjeux, les objectifs, et les solutions proposées dans le cadre de ce projet de récupération des gaz d'ammoniac. À travers une analyse détaillée des processus actuels et des améliorations envisagées, ce document illustre comment une gestion efficace des ressources peut conduire à des gains économiques significatifs et à une réduction des impacts environnementaux et des risques de sécurité.

I.1. INTRODUCTION

La fabrication des différents types d'engrais rentre dans le cadre du développement de l'agriculture. A partir de là, la fertilisation des sols devient impérative suivant les études et orientations des spécialistes de l'agriculture (agronomie) qui définissent la nature et la composition des sols en différents éléments fertilisant de la plante.

A cet effet FERTIAL. Entreprise de fabrication des fertilisants contribue à l'échelle national et international dans ce domaine, et la fonction maintenance reste une fonction indispensable pour la survie de l'entreprise

Dans ce chapitre on présente l'entreprise, ses unités de production, tout en concentrant sur le lieu du stage l'unité de production d'ammoniac.

I.2. HISTORIQUE

Le complexe des engrais phosphatés et azotés de Annaba a été construit en 1972 [1] par la société SONATRACH dans le but de satisfaire les besoins du pays en fertilisants et éventuellement exporter les excédents. En 1985 suite à la restructuration de SONATRACH, ASMIDAL a été créé pour prendre en charge la production, la commercialisation et le développement des engrais

En 1997 ASMIDAL est retenue dans son plan de restructuration la filialisation des deux plates-formes de production d'Annaba et d'Arzew. En l'an 2000, les filiales ALZOFERT (Arzew) et FERTIAL (Annaba) ont vu le jour.

Enfin le 04 Aout 2005, ASMIDAL. et le groupe Vilar Mir (Espagne) ont conclu un accord de partenariat pour les deux plates-formes (Arzew et Annaba) réservant une majorité de 66% à la partie espagnole

I.3. LOCALISATION DU COMPLEXE

L'ensemble des installations de FERTIAL se trouve sur la plateforme située au sud-est de la ville d'Annaba et plus exactement sur la route des salines

Le complexe est bordé au Nord-Est par la Mer Méditerranée, au sud-est par L'oued Seybouse et la Cité Sidi Salem, au sud-ouest par la Route RN 44 et par la Cité de El Bouni et au Nord-

Ouest par l'Oued Boudjimaa et la cité Seybouse. L'ensemble du complexe est clôturé, un poste de garde se trouve à l'entrée.

La zone d'étude est située à l'extrême Nord-Est de l'Algérie, dans la wilaya d'Annaba. Dans la partie nord de la zone sont implantées les unités de production des engrais azotés et la Centrale Utilités. Dans la partie sud de la zone se trouvent les unités de productions des engrais phosphatées.

Figure I. 1: Carte de localisation du complexe fertial

I.4. LES PLATES-FORMES FERTIAL

FERTIAL, créé au 01 mars 2001, est passée à une société par action (spa) en 2005 pour 66% groupe espagnol Vilar Mir, 34% ASMIDAL-FERTIAL., Algérie). Elle se devise en deux pôles industriels :

a. La plate-forme ANNABA : complexe fabriquant des engrais azotés, phosphatés, de I 'ammoniac (1000T/J) et du nitrate d'ammonium (1000 T/J).

b. La plate-forme ARZEW : complexe fabriquant des engrais azotés, de l'ammoniac (1000T/J) et du nitrate d'ammonium (1500T/J).

Figure I. 2: Vue de l'entrèe de complex fertial annaba

I.4.1. PLATEFORME FERTIAL D'ANNABA

La plate-forme d'Annaba est dirigée par un directeur générale et emploie environ 831 travailleurs. Dans le complexe, on distingue deux zones

La zone Sud qui comprend les anciens ateliers dont le démarrage remonte à 1972 << engrais phosphates >> et la zone Nord << engrais azotés >> qui comprennent les ateliers dits nouveaux dont le démarrage remonte à 1982

ZONE SUD : elle est composée de trois unités principales

- Une unité d'engrais NPK (azote, phosphore, potassium)
- UAN (urée acide nitrique) liquide
- Une unité de production de super simple phosphate : SSP

ZONE NORD : cette zone comprend cinq ensembles :

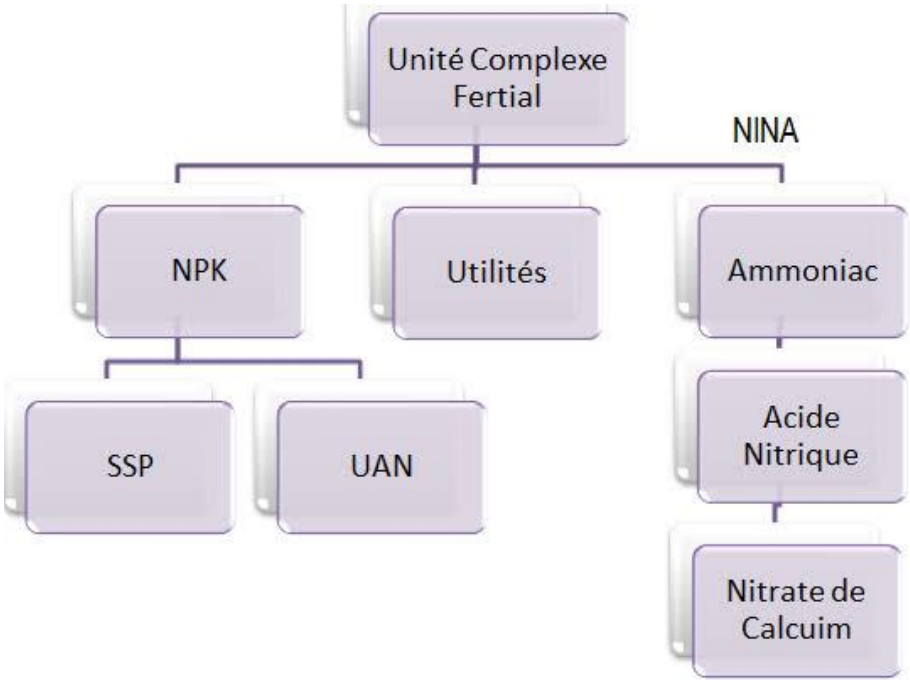
- Une unité de production d'acide nitrique

- Une unité de nitrate de calcium.
- Une unité d'ammoniac
- Une installation de manutention et de stockage.
- Une centrale utilité (centrale 2)

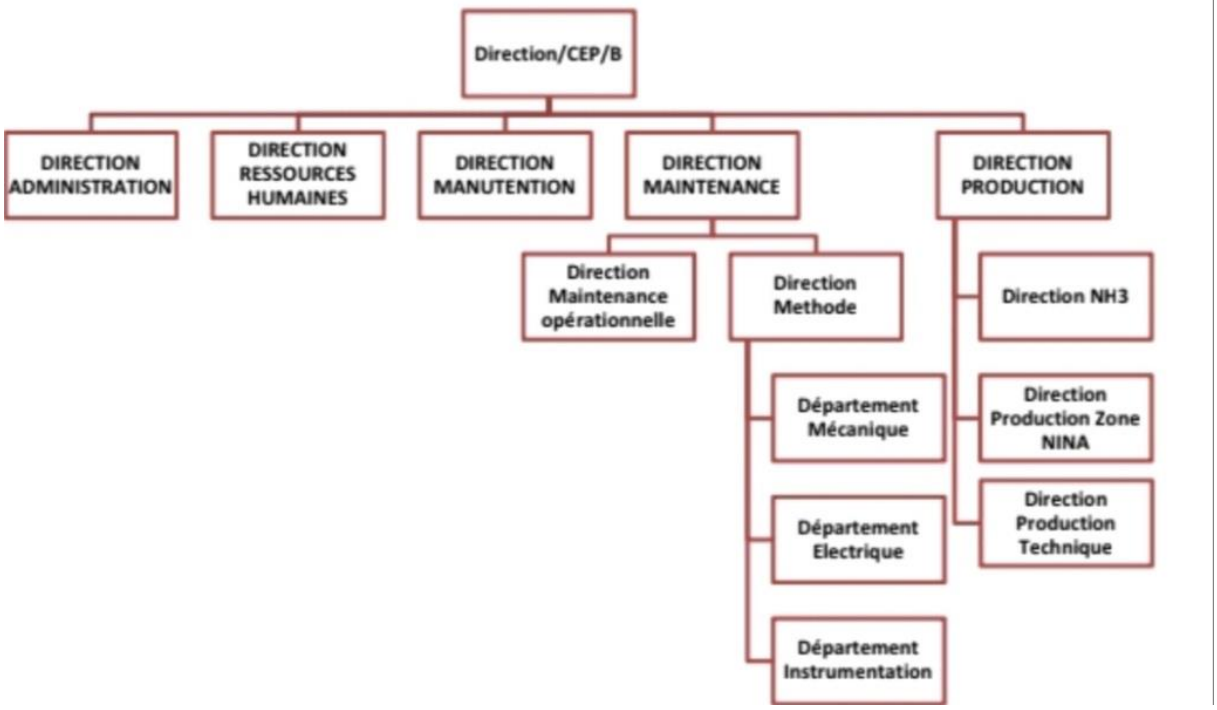
I.4.2. LES UNITES DU COMPLEXE FERTIAL.

Le complexe est composé de 4 structures :

- Structure d'ammoniac Unité d'ammoniac et bac de stockage
- Structure NINA Unité Nitrique, Unité Nitrate de calcium
- Structure des engrais Unité NPK, Unité SSP/Broyage, Unité UAN, Stockage desacides phosphorique et sulfurique
- Structure des utilités Pompage I et Pompage II



I.5 .DIFFERENTES DIRECTION DE FERTIAL



1.6. PRODUCTION DE L'ENTREPRISE

Les différents produits fabriqués [1] sont regroupés (Tableau 1.1).

Unités	Capacité (tonnes/an)	Capacité (tonnes/jour)
Engrais phosphaté (NPK)	550 000	1000
Super simple phosphate (SSP)	42 000	1200
Ammoniac (NH_3)	330 000	1000
Acide nitrique(HNO_3)	264 000	800

Tableau.I.1 Les différents produits fabriqués à FERTIAL

Tableau I. 1: Les differents fabriques a FERTIAL

1.7. L'UNITE D'AMMONIAC

1.7.1. PRESENTATION GENERALE DE L'UNITE

Produit : Ammoniac

Procédé : KELLOGG

Capacité de production Année de construction : 1000 tonnes métrique/jour

Année de construction : 1977 par l'entreprise CREUSOFT LOIRE

Année de démarrage : 1987

Phases principales de production : Désulfuration du gaz naturel

Conversion de CO LT et HT

Méthanation

Synthèse d'ammoniac

Reforming primaire et secondaire

Décarbonatation du gaz de synthèse

Compression du gaz de synthèse Réfrigération et stockage d'ammoniac

Principaux événement

1987 Démarrage de l'unité 1990 Changement échangeurs et révision des compresseurs

Changement de catalyseurs et échangeurs

2000 Révision de turbomachines

I.7.2 GENERALITES SUR L'AMMONIAC

I.7.2.a Historique des conditions de synthèse de l'Ammoniac :

Dans le passé, la technologie mise en œuvre pour la fabrication de l'Ammoniac variait assez largement, la seule caractéristique commune à tous les procédés était la synthèse catalytique de l'Ammoniac sous haute pression.

Mis en évidence par Priestley en 1774, sa formule a été établie par Berthollet en 1785.

En 1914, Haber et Bosch ont commencé à fabriquer l'Ammoniac à partir de l'azote atmosphérique et l'hydrogène moléculaire, la réaction exothermique se déroulait à des températures et pressions élevées sur catalyseur à base de fer.

Quatre ans plus tard, ce procédé a été perfectionné et exigeait une pression de 1000 bars et une température de 600°C.

Le choix de la pression de synthèse dépend de certain nombre de facteurs tels que le type de catalyseur, la méthode de récupération du produit, la pureté de gaz de synthèse produit, et la

technique de recyclage des gaz, c'est ainsi que des unités ont opéré jusque vers 1965 à des niveaux de pression supérieurs à 300-350 bars.

I.7.2.b) Propriétés physiques

L'Ammoniac est un gaz incolore, doté d'une forte odeur caractéristique. Il est nettement moins dense que l'air, un litre pèse moins de 0,6 gr dans les conditions ordinaires.

L'Ammoniac est facile à liquéfier, à 20°C, il suffit de le comprimer à 9 ATM. Sous la pression atmosphérique normale, l'Ammoniac que liquide bout à -34°C.Commercialement, l'Ammoniac est vendu à l'état liquide dans des récipients en acier où la pression est de quelques atmosphériques.

L'Ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, à la température ordinaire, 1 litre d'eau en dissout environ 800 litre.

La solution commerciale, appelée ammoniac que, est un liquide incolore, un peu moins dense dans l'eau, de même odeur que le gaz ammoniac, elle contient par litre environ 250 litre de gaz NH_3.

I.7.2.c) Propriétés chimiques

A la température ordinaire, le gaz ammoniac est un composé stable. Sa dissociation en hydrogène et azote ne commence que vers 450-500°C ; en présence de certains métaux comme le fer, le nickel, l'osmium, le zinc et l'uranium, cette décomposition commence dès la température de 300°C et elle presque complète vers 500-600°C.

Le gaz ammoniac brule à l'air au contact d'une flamme en donnant principalement de l'azote et de l'eau.

L'Ammoniac réagit sur de nombreux oxydes et peroxydes le peroxyde de chlore à froid, l'anhydride iodique à chaud, les perchlorates qui, vers 250°C donnent lieu à une réaction violente. A -80°C, le peroxyde d'azote solide et l'ammoniac liquide réagissent avec explosion.

I.7.2.d) Objectif du procédé Kellogg

L'installation est calculée pour la production de 1000 tonnes par journée de production d'ammoniac liquide, en partant des matières premières préliminaires qui comprennent le gaz naturel, la vapeur de l'eau et l'air. Ceci s'accomplit par la méthode de reforming Kellogg à haute pression. (Figure 1. 3).

Figure I. 3: Shema du procèdes de fabrication de l'ammoniac kellogg

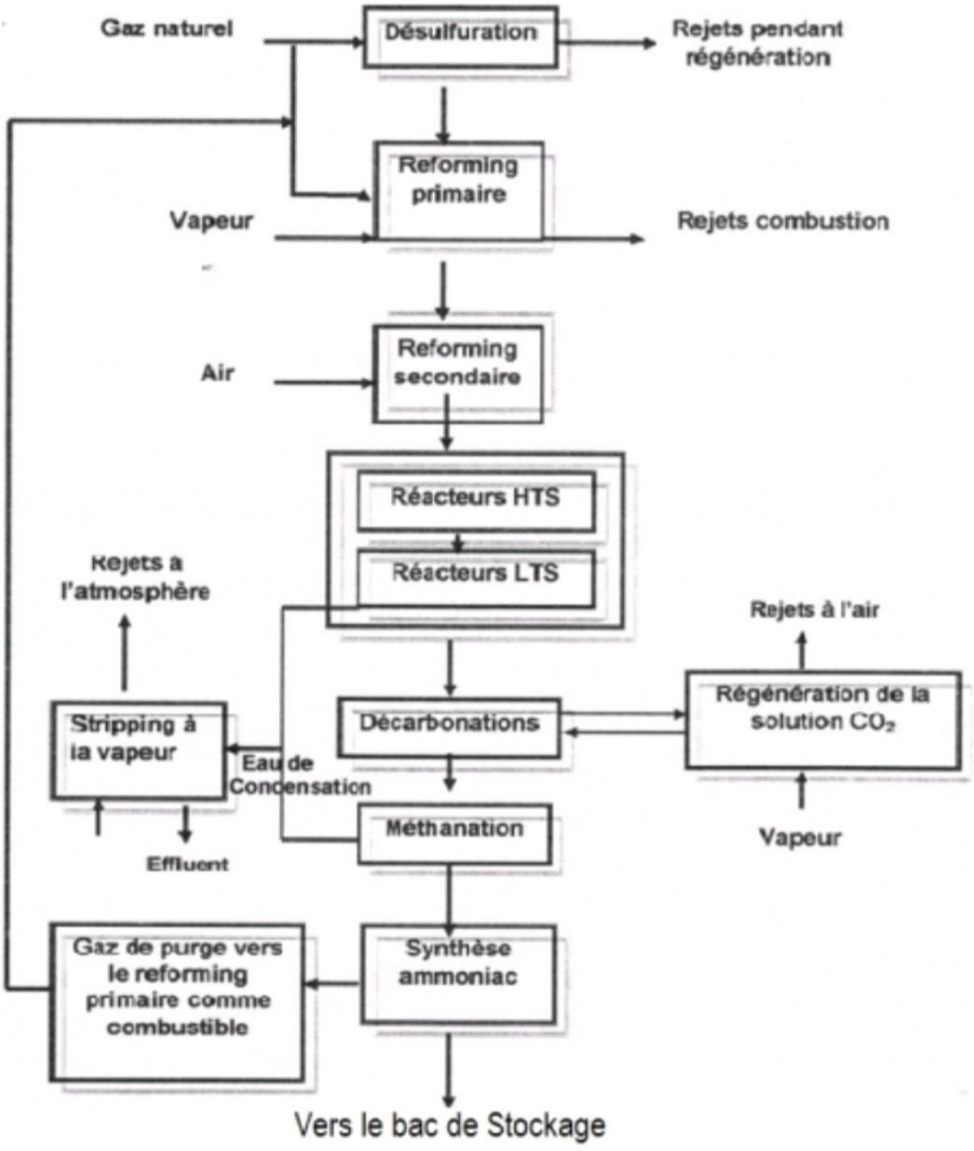


Figure.I.5 Schéma du procédé de fabrication de l'ammoniac Kellogg [1]

I.9. CONCLUSION

L'entreprise FERTIAL avec toutes ses unités et ses activités joue un rôle capital dans le développement de l'industrie et de l'économie dans le pays. Ce complexe d'engrais azotés est l'un des leaders dans le domaine de production d'engrais phosphatés destinés à l'agriculture. L'unité de production de l'ammoniac constitue le poumon vital de ce complexe d'où la nécessité d'éviter son arrêt et son indisponibilité vu son importance.

II.1. LE BAC DE STOCKAGE D'AMMONIAC 101T :

Le bac de stockage reçoit l'ammoniac à -33°C et 30 m bars. Ce bac de diamètre 52,220 mm et de hauteur de 17000mm a une capacité de 20000 tonnes. Les pompes (110J/JS) refoulent jusqu'à 1000 tonnes par jour. Le produit arrive par le haut du bac sous forme de pluie où une partie des vapeurs dégagées est liquéfiée. La partie non liquéfiée est comprimée avec des compresseurs (K101 A/B/C) jusqu'à 14 bars, puis refoulée au ballon d'aspiration (101V) ou elle est refroidie à -2°C. Les vapeurs qui sortent du ballon d'aspiration sont comprimées à 14,1 bars, puis condensées par l'eau de mer dans les condenseurs appropriés. Les condensats sont dirigés vers un réservoir (102V) à 13,8 bars et 38°C ; ensuite le liquide accumulé dans le réservoir 102V va être introduit dans le ballon 101V où il est détendu à 3 bars et -2°C. Le liquide se trouvant dans le ballon d'aspiration sera utilisé comme agent frigorifique du gaz de déroulement après avoir été détendu. L'ammoniac liquide sera renvoyée vers le bac de stockage 101 T

Figure II. 1 : B**ac de stockage 101 T**

II.1. LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU BAC :

Construit par : TOKYO KANETSU K.K. (Société japonaise)

Date de construction : 1986

Capacité de stockage : 20 000 tonnes

Diamètre : 52 220 mm

Hauteur : 17000 mm

Pression intérieur du bac maximal : 30m/bars

Capacité de refoulement/J : 1000 t

II.1. SYSTEME D'ENTREPOSAGE ET DE TRANSBORDEMENT D'AMMONIAC

Les systèmes d'entreposage et de transbordement de l'ammoniac du complexe FERTIAL comprennent les principales composantes décrites ci-après. Le bac d'entreposage d'ammoniac et le pipeline ont été installés en 1987.

II.1.1. SYSTEME D'ENTREPOSAGE DE L'AMMONIAC

II.1.1.a Principe de fonctionnement et la relation avec les compresseurs K101/A/B/C

Le bac d'entreposage est à simple paroi, d'une capacité de 21,651 tonnes métriques, il est utilisé pour entreposer l'ammoniac devant être notamment transporté au port pour chargement sur des bateaux ou inversement pour recevoir de l'ammoniac du port afin de combler les besoins du complexe FERTIAL. Le réservoir est situé sur le site connu sous « usine d'ammoniac », à environ 650 mètres au sud-est d'une zone résidentielle (cité Seybouse). • Le réservoir répond aux exigences du standard API 620 s'appliquant à des réservoirs à basse pression, soudés, de grande capacité. Ce standard est mondialement reconnu et utilisé ; • Une surépaisseur de corrosion n'est pas en contradiction avec le standard. Le réservoir opère près de la pression atmosphérique, il est maintenu à une température d'environ -33°C (température d'ébullition de l'ammoniac à cette pression) par condensation et réfrigération des vapeurs d'ammoniac en équilibre au- dessus de l'ammoniac liquide, à l'aide d'un système de réfrigération. Le réservoir est alimenté en ammoniac liquide de l'unité de synthèse de l'ammoniac à un débit de 1000 t / jour en continu, ou à un débit de 500 à 1000 t/h en provenance du port, de façon intermittente. Des transmetteurs de pression permettent de mesurer la pression de vapeur dans le réservoir qui, à cette température, doit être entre -6 et 30mbar. Lorsque la pression atteint cette dernière limite, les compresseurs du

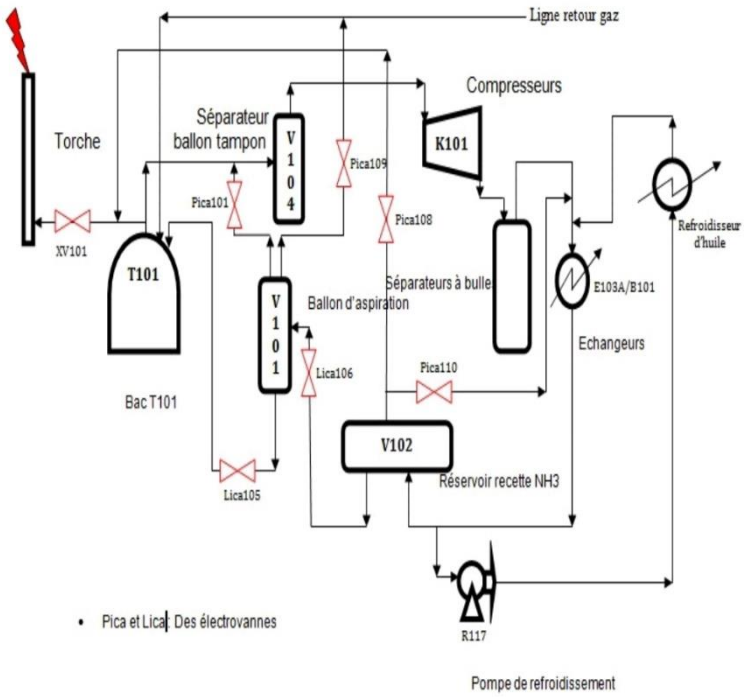
système de réfrigération K101/A/B/C démarrent et amènent le vaporisât vers le système de réfrigération, ce qui permet de condenser l'ammoniac et de le circuler au réservoir. Ceci a pour effet d'enlever de la chaleur du réservoir, ce qui fait diminuer la pression de vapeur d'ammoniac.

Dans le cas où la pression deviendrait supérieure à la limite, et où le système de réfrigération ne serait pas fonctionnel (ou insuffisant). Le vaporisât serait acheminé à une torchère où il serait brûlé grâce à la combustion du gaz naturel. Dans le cas où la pression dans le réservoir serait supérieure à la pression de réglage des soupapes de sûreté (5 au total) qui varie de 58 à 30 mbar, et dans le cas où ni le système de réfrigération, ni la torchère ne serait fonctionnelle ou suffisante, les soupapes de sûreté libéreraient les vapeurs vers l'atmosphère. Dans le cas d'une pression sous la limite inférieure, des brise- vides feraient entrer de l'air dans le réservoir. Il serait ensuite nécessaire de purger les gaz contenus dans le réservoir avant de continuer l'opération normale. Des indicateurs de niveau permettent de mesurer le niveau du liquide lorsque le niveau maximum est atteint, l'alimentation en ammoniac provenant de l'unité de synthèse d'ammoniac ou des bateaux devrait être interrompue automatiquement. Des thermocouples permettent aussi de mesurer la température dans le réservoir à différentes hauteurs. Un dispositif d'arrosage d'une capacité de 2 I / min / m2 est en place sur la robe et le toit du réservoir. Ce dernier est constitué de 2 cerceaux de gicleurs autour du bac lesquels créent un écran d'eau autour du bac. De lances opérées manuellement à partir de 4 camions incendie ainsi qu'à partir d'autres emplacements à proximité du bac peuvent être utilisées pour limiter les émissions d'ammoniac à l'atmosphère en cas de fuite du bac. Vingt-et-un détecteurs d'ammoniac sont présents sur le site : 3 sur les compresseurs du système de réfrigération, 6 sur les pompes, 2 sur les compresseurs du système de retour des gaz et en fin 10 autour du bac d'entreposage.

Figure II. 2: La trochere de secours

Figure II. 3: Vue generale de l'ensemble d'installation et des pipes du bac de stockage

Figure.III.10 Vue générale de l'ensemble d'installation et des pipes du bac de stockage



Bassin de rétention

Le réservoir est entouré d'un bassin de rétention permettant de retenir l'ammoniac liquide en cas de fuite. Le volume du bassin est de 44 100 m3 (140 m X 90 m X 3,5 m), ce qui représente 140% de la capacité du réservoir d'entreposage Le bassin de rétention qui est établi sur un sol sablonneux, absorbant ainsi l'ammoniac liquide, est ceinturé d'un mur de rétention en béton et d'un caniveau lequel évacue l'ammoniac liquide vers la mer en cas de fuite ou de déversement.

Système de réfrigération :

Le système de réfrigération inclut des compresseurs qui amènent les vapeurs du réservoir d'entreposage vers la réfrigération, où elles sont condensées et recirculées au réservoir. Selon la description de l'unité de réfrigération, Le produit arrive par le haut du bac sous forme de pluie où une partie des vapeurs dégagées est liquéfiée. La partie non liquéfiée ou évaporée doit passer par un séparateur (V104) de vapeur/liquide pour séparer la vapeur ensuite, elle doit être comprimée dans les compresseurs (K101 A/B/C) jusqu'à 14,1 bars et environ 80°c et en passant par des séparateurs à bulles pour séparer l'ammoniac et l'huile, puis refoulée aux échangeurs (E103/A/B) ou elle est condensée et refroidis par l'eau de mer dans ces condenseurs.

Les condensats sont dirigés vers un réservoir de recette (102V) à 13,8 bars et 38°C ; ensuite le liquide accumulé dans le réservoir (102V) va être introduit dans le ballon (101V) où il est détendu à 3 bars et -2°C. Le liquide se trouvant dans le ballon d'aspiration sera utilisé comme agent frigorifique du gaz de déroulement après avoir été détendu.

Un ou plusieurs compresseurs peuvent être utilisés afin d'envoyer le vaporisât du réservoir d'entreposage au système de réfrigération, lorsque la pression à l'intérieur de celui-ci atteint les limites.

Dans le cas d'une défaillance du système de réfrigération, la pression dans le réservoir dépasserait la limite supérieure, ce qui déclencherait l'ouverture de la vanne vers la torchère ou même l'ouverture des soupapes de sûreté vers l'atmosphère.

II.1.2. SYSTEME DE TRANSBORDEMENT DE L'AMMONIAC

Pompes de transfert :

Les pompes de transfert servent à envoyer l'ammoniac du réservoir d'entreposage vers le port par pipeline. L'ammoniac y est pompé à un taux normal de 500 t/h, pouvant aller jusqu'à 700 t/h. elle n'est utilisée que de façon intermittente, lors du chargement des bateaux.

Pipeline :

Le pipeline sert au transfert de l'ammoniac liquide à -33°C et pressurisé à 8 bars du réservoir d'entreposage au port de Annaba ou l'inverse (figure III.12). Le pipeline consiste en une conduite à simple paroi de 45,7 cm de diamètre interne (matériau: ASTM A. 33 GR6). L'ammoniac y est pompé de façon intermittente à un taux normal de 500 t/h, pouvant aller jusqu'à 700 t/h, ce qui correspond à une vitesse superficielle de 1,3 à 1,9 m/s. Le pipeline mesure environ 3000 mètres. Il est implanté sur un support à une élévation moyenne de 10 mètres par rapport au niveau de la mer : les points les plus bas et plus hauts sont respectivement de 3,5 et 15 mètres. Les différentes sections du pipeline sont construites en utilisant des conduites de 12 mètres de longueur et en fonction de la nature et des besoins de construction pour chaque tronçon (existence de lires, de courbures, etc.), il y a un raccordement par des tubes de différentes longueurs. Le pipeline est muni de 10 purgeurs automatiques, qui se localisent généralement au niveau des points les plus hauts du pipeline et qui, lorsque la pression de vapeur dans le pipeline atteint une certaine limite, libèrent l'ammoniac vers le système de retour des gaz jusqu'à ce que la pression redevenue normale.

Figure II. 4: Les pipes de transfert du bac de stockage

II.2. SYSTEME DE RETOUR DES GAZ

Le système de retour des gaz sert à réacheminer les vapeurs d'ammoniac relâchées dans le pipeline vers le système de réfrigération, qui les condense et les retourne au réservoir d'entreposage. Il est constitué d'abord d'une conduite de 40,6 cm de diamètre interne, de même longueur que le pipeline et parallèle à celui -ci. Il comporte également une soufflante située dans le port, et qui permet d'envoyer les gaz purgés au système d'entreposage.

II.2.1. FREQUENCE DES TRANSBORDEMENTS

Le transbordement d'ammoniac liquide du bac d'entreposage vers le port via le pipeline pour le chargement des bateaux est réalisé de façon intermittente. Le nombre de chargements pour les trois dernières années est présenté ci - dessous :

- Année 1995 : 9 chargements ;
- Année 1996 : 4 chargements ;
- Année 1997 : 22 chargements ;
- Année 2004 : 19 chargements.

La capacité moyenne des chargements des bateaux varie de 8000 à 10000 tonnes métriques d'ammoniac liquide. Attendu que le taux de transfert d'ammoniac liquide varie de 400 à 700t.m/h, la durée d'un chargement fluctue de 11 à 20 heures approximativement.

En considérant l'année 2004, soit 19 chargements à raison de 400 t/h, le pipeline était en service durant 430 heures.

II.2.2. LES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES

Le système est doté de 3 bras de chargement, 1 seul bras est en service, il a une capacité de 500 t/h de débit en moyenne. Pour remplir un bateau, il faut compter sur une moyenne de 15 heures. Au démarrage de l'opération de chargement, il y a une mise à froid de la pipe par l'envoi à faible débit de l'ammoniac liquide qui pousse le reste de gaz dans la conduite vers le pipe de retour pour être refroidie et liquéfié puis réinjecté dans le bac. Il faut 48 heures pour gonfler le réseau avant d'entamer le chargement du bateau.

Une vanne d'arrêt d'urgence arrêtant le chargement et isolant l'installation équipe chaque bras de chargement, elle peut être actionnée manuellement en cas de fuite d'ammoniac ou de fin de chargement. La pipe n'est pas dotée sur toute sa longueur de vannes d'isolement pour permettre d'isoler des tronçons de pipe dans le cas d'une fuite d'ammoniac ou pour réaliser des réparations.

II.2.3. MOYENS DE PREVENTION ET DE PROTECTION

Il faut remarquer qu'il n'existe pas de détecteur de gaz le long de la pipe et au niveau du quai de chargement. On se contente des rondes des exploitants lors de la prise de poste et d'inspections ponctuelles de la pipe.

Durant le chargement, un camion incendie est toujours prêt à intervenir. Dans la zone, il y a le personnel de sécurité de FERTIAL et aussi celui de l'entreprise portuaire. Il existe une liaison radio (talkie-walkie) entre le personnel de sécurité en plus de la liaison téléphonique entre le port et le complexe.

Le personnel de sécurité est doté de masque à gaz. Des masques à gaz supplémentaires sont prévus pour remplacer les masques défectueux ou équiper d'autres personnes se trouvant dans la zone.

II.3. LES EQUIPEMENTS ET LES ACCESSOIRES DU BAC DE STOCKAGE

Tous les équipements nécessaires pour le fonctionnement et le transfert de l'ammoniac vers le bac ou le contraire sont : Les pompes P101 (A/B/C) P102 (A/B/C), Pompe de réfrigération (R717) Les condenseurs E103 (A/B), les ballons V101 V102 V104, les vannes, les torches et le système de compresseurs K101 (A/B/C) que nous allons mener une étude dans le chapitre suivant.

Les équipements sont tous contrôlés par un opérateur dans la salle de contrôle à distance (Les paramètres suivants doit être contrôlé :

- La pression dans le bac T101.
- La pression à l'aspiration et refoulement du compresseurs K101.
- La pression d'huile de lubrification.
- La température du gaz à l'aspiration et refoulement du compresseurs K101.
- La température d'huile de lubrification.

Figure II. 5: Salle de controle du bac de stockage d'ammoniac

II.3.1. PROBLEMES DE DEGRADATION DU BAC DE STOCKAGE :

Le réservoir fait l'objet d'un dossier individuel de suivi. Le contenu de ce dossier comprend les éléments suivants :

- Type et caractéristiques (dimensions, volume, calorifugé ou non, serpentin de réchauffage …) ;
- Date de construction et code de construction utilisé ;
- Plans de construction ;
- Matériaux de construction, y compris des fondations ;
- Existence d'un revêtement interne ;
- Date de l'essai hydraulique initial ;
- Liste des produits successivement stockés dans le réservoir ;
- Dates, types d'inspections et résultats ;
- Dates et résultats des mesures réalisées sur le réservoir ;
- Réparations et modifications éventuelles et codes utilisés ;
- Incidents éventuels
; - Dossier réchauffeur si existant

II.3.2. DEGRADATIONS POTENTIELLES DES PAROIS METALLIQUES DES RESERVOIRS

Comme pour tous les équipements, il convient d'évaluer si les réservoirs cryogéniques et réfrigérés peuvent être affectés par leur environnement intérieur ou extérieur. Il est important d'identifier les différents modes de dégradation qui peuvent en résulter. C'est un préalable indispensable à la définition d'une politique d'inspection.

Bien que les retours d'expérience n'ont pas encore mis en évidence de risque de corrosion interne, il est important de noter que les équipements en aval ou en amont de ces réservoirs et fonctionnant avec le même produit seraient les révélateurs précoces d'un mécanisme de corrosion car fonctionnant dans des conditions plus sévères, notamment une température plus élevée.

Les réservoirs de stockage cryogéniques et réfrigérés ont été généralement construits suivant des standards internationaux, comportant des préconisations relatives à l'inspection et aux contrôles des soudures, comportant à titre d'exemple des examens par radiographie ou encore le prélèvement de coupons, afin de garantir un bon niveau de qualité des soudures et de la construction.

Les produits contaminants éventuels (au sens de la compatibilité avec les matériaux du stockage) font l'objet de suivi en service et d'un traitement adapté.

II.3.3. CORROSION ATMOSPHERIQUE

La corrosion atmosphérique des réservoirs cryogéniques et réfrigérés est évitée dès lors que la température de la paroi est inférieure à -10°C. La corrosivité d'une atmosphère est directement liée à la durée de persistance de l'humidité sur la surface exposée. En deçà d'une température de -10°C, la présence de l'humidité, qui se traduit par la présence d'un électrolyte liquide à la surface d'une paroi métallique, est exclue, ainsi que les phénomènes de corrosion induits.

Pour les réservoirs en acier au carbone :

Le toit peut être plus sensible à la corrosion extérieure car il est moins froid. Il doit faire l'objet d'inspections et de contrôles performants en service à partir de l'extérieur. Si nécessaire, des remises en état de la paroi du toit peuvent également être réalisées sans arrêt d'exploitation.

Une entrée éventuelle d'oxygène par les évents de sécurité des réservoirs pendant les phases de vidange rapide du réservoir serait susceptible d'initier des corrosions dans les parties supérieures de la paroi pour les réservoirs en acier carbone. Pratiquement il n'en est rien,

l'oxygène est éliminé par le système de refroidissement continu qui comporte toujours un dispositif d'élimination des gaz incondensables. De fait, aucune détérioration, provoquée par une corrosion généralisée, n'a été trouvée à l'intérieur des réservoirs cryogéniques dans le retour d'expérience mondial.

II.3.4. CORROSION FISSURANTE SOUS TENSION PAR L'AMMONIAC

La Corrosion fissurante sous tension est considérée comme le principal mécanisme de dégradation potentielle pour les réservoirs cryogéniques d'ammoniac.

II.3.5. FATIGUE

La fatigue a été avancée comme un mode possible de dégradation qui pourrait se produire du fait de la longue durée d'exploitation des réservoirs de stockage cryogénique et réfrigéré.

Certains réservoirs sont utilisés comme stockage intermédiaire d'unités de production et sont soumis à des variations réduites de niveau. Les autres sont utilisés principalement sur des terminaux de stockage et soumis à des variations plus importantes de niveau.

II.3.5. DEGRADATIONS POTENTIELLES DES ACCESSOIRES ET LES CONNEXIONS DES RESERVOIRS REFRIGERES

Les dégradations potentielles des accessoires et des connexions des réservoirs cryogéniques sont principalement la corrosion extérieure ou la mise sous contrainte des piquages du réservoir du fait d'un défaut de support (blocage par la glace…). En effet, ces connexions peuvent présenter des défauts d'étanchéité de l'enveloppe du frigorifuge et donc développer de la corrosion externe sous frigorifuge, dans les zones où la température de peau du métal peut être supérieure à -10°C (circuits en services intermittents, zones en phase gaz et moins réfrigérées que les zones en phase liquide, dégradations de l'enveloppe isolante). Ces zones sont très facilement détectées lors des visites et inspections extérieures car elles sont couvertes de glace.

La vérification du support des tuyauteries et accessoires de tuyauteries devra être effectuée régulièrement afin d'éviter tout risque de mise sous contrainte des piquages.

Si les services sont intermittents ou très peu réfrigérés, il peut y avoir fonte de la glace et développement de zones humides, très propices au développement de la corrosion extérieure. Ces zones doivent faire l'objet d'attention particulière pour enrayer le développement de la corrosion et parfaire l'étanchéité de l'isolant et de son enveloppe protectrice.

Si les services sont continus, il n'y a pas d'eau sous forme liquide due à la fonte de la glace et donc la corrosion devient négligeable, le contact avec l'oxygène de l'air n'étant pas assuré.

En cas de fuite avérée sur un accessoire ou une connexion, des mesures correctives seront mises en place dans les meilleurs délais, pour garantir la poursuite de l'exploitation en sécurité, dans l'attente d'une remise en état.

III.4. CONCLUSION :

Pour conclure on peut dire que dans le cas de FERTIAL, le bac de stockage d'ammoniac est un réservoir à simple paroi réfrigéré qui répond aux exigences du standard API 620 avec isolation renforcé et du calorifuge pour garder la stabilité de la température dans le bac, une surépaisseur de corrosion est bien présente.

Pour maintenir la pression et la température afin d'éviter toute pertes de production, risques inattendus d'explosion ou d'impulsion, un système de réfrigération est indispensable pour le fonctionnement et la protection du bac. Le système de réfrigération est composé de séparateur, des ballons d'aspiration, tampon et de recette NH3 et le système de compresseur K101/A/B/C.

III.1. SECURITE DU BAC DE STOCKAGE D'AMMONIAC QUE

La sécurité dans le stockage de l'ammoniac que est une priorité absolue en raison de ses propriétés dangereuses. Ce chapitre explore les mesures de sécurité essentielles, y compris l'utilisation des torches, des soupapes de sécurité et d'autres dispositifs, ainsi que les protocoles et pratiques pour garantir la sécurité des installations, du personnel et de l'environnement.

III.2. PROPRIETES DE L'AMMONIAC QUE ET RISQUES ASSOCIES

L'ammoniac que (NH3) est un composé chimique couramment utilisé dans divers secteurs industriels. Bien que très utile, il présente plusieurs risques en raison de ses propriétés physiques et chimiques. Ce chapitre détaille les propriétés de l'ammoniac que et les risques associés à son utilisation et son stockage.

III.2.1 PROPRIETES DE L'AMMONIAC QUE

Formule Chimique et Structure : L'ammoniac que a pour formule chimique NH3. C'est une molécule composée d'un atome d'azote lié à trois atomes d'hydrogène, avec une géométrie pyramidale.

État Physique : À température ambiante, l'ammoniac que est un gaz incolore. Il peut être liquéfié sous pression pour faciliter son stockage et son transport.

Odeur : L'ammoniac que a une odeur piquante et caractéristique, souvent associée à des produits de nettoyage et à des engrais.

Solubilité : L'ammoniac que est hautement soluble dans l'eau. La solution aqueuse d'ammoniac que est connue sous le nom d'hydroxyde d'ammonium (NH4OH).

Point d'Ébullition : Le point d'ébullition de l'ammoniac que est de -33,34°C (-28,01°F) à la pression atmosphérique normale.

Point de Fusion : Le point de fusion de l'ammoniac que est de -77,73°C (-107,91°F).

Densité : La densité de l'ammoniac que gazeux à température et pression standard (T&PS) est de 0,73 kg/m³, soit moins dense que l'air. L'ammoniac que liquide a une densité d'environ 0,681 g/cm³ à -33°C.

III.2.2. RISQUES ASSOCIES A L'AMMONIAC QUE

a. Toxicité

Inhalation : L'inhalation d'ammoniac que peut provoquer des irritations sévères des voies respiratoires, de la gorge et des poumons. À des concentrations élevées, elle peut entraîner des lésions pulmonaires graves et être fatale.

Contact avec la Peau et les Yeux : Le contact de l'ammoniac que avec la peau peut causer des brûlures chimiques. Le contact avec les yeux peut provoquer des irritations sévères, des brûlures et des lésions oculaires permanentes.

Ingestion : L'ingestion d'ammoniac que est extrêmement dangereuse et peut causer des brûlures de la bouche, de la gorge, de l'œsophage et de l'estomac.

b. Inflammabilité et Réactivité

Inflammabilité : Bien que l'ammoniac que ne soit pas extrêmement inflammable, il peut former des mélanges explosifs avec l'air sous certaines conditions (entre 16% et 25% d'ammoniac que dans l'air).

Réactions Chimiques : L'ammoniac que peut réagir violemment avec certains produits chimiques comme les acides forts, les halogènes et les oxydants. Ces réactions peuvent entraîner des explosions ou la libération de gaz toxiques.

c. Corrosion

Matériaux : L'ammoniac que est corrosive pour certains métaux comme le cuivre, le zinc et leurs alliages. Les systèmes de stockage et de transport doivent être fabriqués en matériaux compatibles, comme l'acier inoxydable ou certains plastiques résistants à la corrosion.

d. Effets Environnementaux

Pollution de l'Eau : Les déversements d'ammoniac que dans les cours d'eau peuvent être très toxiques pour la vie aquatique. L'ammoniac que peut provoquer des zones de faible oxygène (hypoxie) en raison de son effet sur les organismes vivants.

Émissions dans l'Air : L'ammoniac que est un précurseur des particules fines (PM2.5), qui contribuent à la pollution de l'air et peuvent avoir des effets négatifs sur la santé humaine.

III.2.3. MESURES DE SECURITE POUR GERER LES RISQUES

a. Équipement de Protection Individuelle (EPI)

Respirateurs : Les travailleurs doivent porter des respirateurs appropriés lorsque l'exposition à des concentrations élevées d'ammoniac que est possible.

Protection des Yeux et du Visage : Des lunettes de protection et des visières doivent être utilisées pour prévenir les éclaboussures.

Gants et Vêtements de Protection : Des gants résistants aux produits chimiques et des vêtements de protection sont nécessaires pour éviter le contact avec la peau.

b. Ventilation et Contrôle des Émissions

Systèmes de Ventilation : Des systèmes de ventilation adéquats doivent être installés dans les zones de stockage et de manipulation pour diluer et évacuer les vapeurs d'ammoniac que.

Contrôle des Émissions : Les dispositifs de capture et de traitement des émissions (comme les scrubbers et les filtres) doivent être utilisés pour minimiser les rejets d'ammoniac que dans l'air.

c. Dispositifs de Détection et d'Alerte

Détecteurs de Gaz : Des détecteurs de gaz doivent être installés pour surveiller les concentrations d'ammoniac que et alerter en cas de dépassement des seuils de sécurité.

Systèmes d'Alerte : Des alarmes sonores et visuelles doivent être en place pour avertir immédiatement les travailleurs en cas de fuite ou d'émission anormale.

d. Procédures d'Urgence et Formation

Plans d'Urgence : Des plans d'urgence doivent être développés et régulièrement mis à jour, incluant des protocoles pour la gestion des fuites, des incendies et des expositions accidentelles.

Formation : Les travailleurs doivent être formés régulièrement sur les risques liés à l'ammoniac que, les procédures de sécurité et les actions d'urgence à entreprendre en cas d'incident.

e. **Maintenance et Inspection**

Inspections Régulières : Les réservoirs de stockage, les systèmes de tuyauterie, et les dispositifs de sécurité doivent être inspectés régulièrement pour détecter et corriger les signes de corrosion, de fuite ou de défaillance.

Maintenance Préventive : Un programme de maintenance préventive doit être mis en place pour assurer le bon fonctionnement de tous les équipements et dispositifs de sécurité.

Dispositifs de Sécurité

Les dispositifs de sécurité sont essentiels pour prévenir et gérer les incidents impliquant l'ammoniac que dans les installations de stockage. Ce chapitre détaille les principaux dispositifs de sécurité utilisés, leurs principes de fonctionnement et leur importance dans la gestion des risques.

III.3. TORCHES DE SECURITE

Les torches, également appelées systèmes de torchage, sont des dispositifs utilisés pour brûler de manière contrôlée les émissions de gaz excédentaires ou indésirables, y compris l'ammoniac que.

III.3.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les gaz d'ammoniac que excédentaires sont dirigés vers la torche, où ils sont brûlés à haute température. Cette combustion convertit l'ammoniac que en azote et en vapeur d'eau, réduisant ainsi les risques associés à sa toxicité et à son inflammabilité.

III.3.2. COMPOSANTS PRINCIPAUX

- Brûleur : La partie où le gaz est enflammé.
- Système d'Allumage : Assure l'ignition du gaz lorsque nécessaire.
- Système de Contrôle : Régule le flux de gaz vers la torche pour maintenir une combustion stable et sécurisée.

- Considérations de Sécurité : Les torches doivent être situées à une distance sécuritaire des installations principales pour minimiser les risques en cas de dysfonctionnement. Elles doivent également être équipées de dispositifs de surveillance pour détecter et gérer tout problème rapidement.

III.3.3. SOUPAPES DE SECURITE

Les soupapes de sécurité sont des dispositifs mécaniques qui protègent les systèmes de stockage et de traitement contre les surpressions.

a. Types de Soupapes

- Soupapes de Décharge de Pression (PRV) : S'ouvrent à une pression prédéterminée pour relâcher l'excès de pression.
- Soupapes de Sûreté (PSV) : Conçues pour ouvrir et fermer de manière répétitive afin de maintenir la pression dans des limites sécurisées.
- Principe de Fonctionnement : Lorsque la pression dans le réservoir dépasse un seuil critique, la soupape s'ouvre pour relâcher une partie du gaz, réduisant ainsi la pression interne.
- Matériaux et Conception : Les soupapes doivent être fabriquées en matériaux résistants à la corrosion, adaptés aux propriétés de l'ammoniac que (comme l'acier inoxydable). Elles doivent également être dimensionnées correctement pour le volume et la pression du système.
- Maintenance : Un entretien régulier, incluant des tests périodiques et le remplacement des pièces usées, est crucial pour garantir leur bon fonctionnement.

III.3.4. DISPOSITIFS DE DETECTION ET DE SURVEILLANCE

Les systèmes de détection et de surveillance sont essentiels pour identifier rapidement les fuites ou les anomalies et permettre une réponse rapide.

a. Détecteurs de Gaz

- Principe de Fonctionnement : Les détecteurs de gaz d'ammoniac que utilisent des capteurs chimiques ou électrochimiques pour mesurer les concentrations de gaz dans l'air.
- Installation : Les détecteurs doivent être placés stratégiquement dans les zones de stockage et de traitement, ainsi qu'aux points potentiels de fuite.

- -Maintenance : Les détecteurs doivent être calibrés et testés régulièrement pour assurer leur précision.

b. Systèmes de Surveillance

- Surveillance en Temps Réel : Utilise des capteurs et des logiciels pour surveiller en continu les niveaux de pression, de température et de concentration de gaz.
- Alarmes : Des systèmes d'alarme sonores et visuels avertissent immédiatement le personnel en cas de dépassement des seuils de sécurité.
- Cameras et Surveillance Visuelle : Des caméras peuvent être utilisées pour une surveillance continue des installations, permettant une réaction rapide en cas d'incident.

c. Enceintes de Confinement

Les enceintes de confinement sont des structures conçues pour contenir les fuites d'ammoniac que et minimiser leur dispersion.

- Conception et Matériaux : Les enceintes doivent être construites en matériaux résistants aux
- Systèmes de Ventilation : Les enceintes doivent être équipées de systèmes de ventilation pour extraire et traiter les gaz d'ammoniac que en cas de fuite, réduisant ainsi les concentrations à des niveaux sûrs.
- Fonctionnalité : En cas de fuite, l'enceinte de confinement empêche l'ammoniac que de se disperser dans l'environnement, permettant une gestion plus contrôlée de l'incident.

III.3.4. SYSTEMES D'EXTINCTION D'INCENDIE

Les systèmes d'extinction d'incendie sont essentiels pour gérer tout incendie potentiel causé par les fuites d'ammoniac que ou d'autres substances inflammables.

a. Extincteurs et Systèmes Automatiques

- Extincteurs : Les extincteurs à base de poudre sèche ou de mousse sont efficaces pour les incendies impliquant des gaz inflammables.

- Systèmes Automatiques : Les systèmes d'extinction automatiques par eau ou gaz inerte peuvent être utilisés pour éteindre les incendies sans endommager les équipements.
- Plans d'Urgence : Les plans d'urgence doivent inclure des protocoles détaillés pour l'extinction des incendies, l'évacuation et la gestion des fuites d'ammoniac que.
- Formation : Le personnel doit être formé régulièrement sur l'utilisation des extincteurs et des systèmes d'extinction d'incendie.

b. Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Les équipements de protection individuelle sont essentiels pour protéger les travailleurs des dangers de l'ammoniac que.

- Respirateurs : Les respirateurs appropriés doivent être portés lorsque l'exposition à des concentrations élevées d'ammoniac que est possible.
- Protection des Yeux et du Visage : Des lunettes de protection et des visières doivent être utilisées pour prévenir les éclaboussures.
- Gants et Vêtements de Protection : Des gants résistants aux produits chimiques et des vêtements de protection sont nécessaires pour éviter le contact avec la peau.
- Accessibilité et Maintenance : Les EPI doivent être facilement accessibles et entretenus régulièrement pour garantir leur efficacité.

III.3.5. PROTOCOLES DE SECURITE ET FORMATION

La gestion des risques liés à l'ammoniac que dans les installations de stockage et de traitement repose non seulement sur les dispositifs de sécurité, mais aussi sur des protocoles de sécurité rigoureux et une formation continue du personnel. Ce chapitre explore en détail ces aspects cruciaux de la sécurité.

III.3.5.1. Protocoles de Sécurité

Des protocoles de sécurité bien établis et régulièrement mis à jour sont essentiels pour garantir que toutes les opérations impliquant l'ammoniac que se déroulent en toute sécurité.

a. Procédures de Sécurité Générales

- Évaluation des Risques : Avant toute opération impliquant l'ammoniac que, une évaluation des risques doit être réalisée pour identifier les dangers potentiels et mettre en place des mesures de prévention adéquates.
- Documentation des Procédures : Toutes les procédures de manipulation, de stockage, et de transport de l'ammoniac que doivent être documentées de manière détaillée. Cela inclut les méthodes de travail sûres, les étapes d'urgence, et les contacts d'urgence.
- Inspections Régulières : Des inspections régulières des équipements, des systèmes de sécurité et des installations doivent être effectuées pour détecter et corriger les anomalies avant qu'elles ne conduisent à des incidents.

b. Gestion des Fuites et Déversements

- Plan de Réponse aux Fuites : Un plan de réponse détaillé doit être en place pour gérer les fuites d'ammoniac que. Cela inclut l'identification des sources potentielles de fuite, les étapes de confinement, et les méthodes de neutralisation.
- Équipements de Containment : Des équipements de confinement tels que des barrages et des bacs de rétention doivent être disponibles et facilement accessibles pour contenir les déversements d'ammoniac que.
- Élimination Sécurisée : Les procédures d'élimination des déchets d'ammoniac que doivent être établies pour garantir qu'ils sont traités de manière sûre et conforme aux réglementations environnementales.

c. Gestion des Incendies

- Plan d'Extinction d'Incendie : Un plan détaillé pour l'extinction des incendies doit être développé, incluant l'emplacement des extincteurs, des systèmes d'extinction automatiques, et des points de rassemblement en cas d'évacuation.
- Formation à l'Utilisation des Extincteurs** : Le personnel doit être formé régulièrement sur l'utilisation des extincteurs et des systèmes d'extinction d'incendie, ainsi que sur les protocoles d'évacuation.

d. Entretien et Maintenance

- Programmes de Maintenance : Un programme de maintenance préventive doit être mis en place pour assurer le bon fonctionnement des équipements de sécurité, des réservoirs de stockage, et des systèmes de surveillance.
- Journal de Maintenance : Un journal de maintenance doit être tenu pour documenter toutes les inspections, réparations et remplacements d'équipements. Cela permet de suivre l'historique et de planifier les actions futures.

e. Conformité Réglementaire

- Suivi des Régulations : Les installations doivent suivre et se conformer aux réglementations locales, nationales et internationales concernant la manipulation et le stockage de l'ammoniac que.
- Audits de Sécurité : Des audits de sécurité réguliers par des autorités compétentes ou des tiers sont nécessaires pour s'assurer que toutes les pratiques et équipements sont conformes aux normes en vigueur.

III.3.5.2. FORMATION DU PERSONNEL

La formation continue du personnel est cruciale pour garantir que tous les employés sont conscients des dangers associés à l'ammoniac que et savent comment réagir en cas d'urgence.

a. Programmes de Formation Initiale

Introduction aux Risques : Les nouveaux employés doivent recevoir une formation initiale sur les risques spécifiques liés à l'ammoniac que, y compris ses propriétés toxiques, inflammables et corrosives.

Utilisation des Équipements de Sécurité : Une formation sur l'utilisation correcte des équipements de protection individuelle (EPI), des détecteurs de gaz, et des systèmes d'extinction d'incendie doit être dispensée.

b. Formation Continue et Recyclage

- Mises à Jour Régulières : Les employés doivent participer à des sessions de formation régulières pour se tenir au courant des nouvelles procédures de sécurité, des mises à jour réglementaires, et des meilleures pratiques.
- Simulations et Exercices : Des exercices de simulation d'urgence doivent être organisés périodiquement pour tester la préparation des employés et améliorer leur capacité à réagir rapidement et efficacement en cas d'incident.

f. Formation Spécialisée

- Formation pour Opérateurs : Les opérateurs de systèmes de stockage et de traitement d'ammoniac que doivent recevoir une formation approfondie sur les opérations spécifiques, y compris la maintenance des équipements et la gestion des situations d'urgence.
- Formation des Équipes d'Urgence : Les membres des équipes d'intervention d'urgence doivent recevoir une formation spécialisée sur la gestion des fuites d'ammoniac que, les procédures de confinement, et les techniques d'extinction d'incendie.

g. Évaluation des Compétences

- Tests de Connaissances : Des tests réguliers doivent être effectués pour évaluer les connaissances des employés sur les protocoles de sécurité et leur capacité à appliquer les procédures correctes.
- Évaluations Pratiques : Des évaluations pratiques permettent de s'assurer que les employés sont compétents dans l'utilisation des équipements de sécurité et dans l'exécution des procédures d'urgence.

h. Documentation et Suivi

- Enregistrements de Formation : Toutes les sessions de formation doivent être documentées, incluant les sujets couverts, les participants, et les résultats des évaluations.
- Plans de Développement : Des plans de développement individuels peuvent être établis pour identifier les besoins en formation supplémentaires et les opportunités d'amélioration continue.

III.3.6. CONFORMITE REGLEMENTAIRE

La conformité réglementaire est un aspect crucial de la gestion de la sécurité dans les installations de stockage et de traitement de l'ammoniac que. Ce chapitre examine les principales réglementations et normes qui régissent la manipulation de l'ammoniac que, ainsi que les mesures à prendre pour garantir le respect de ces exigences.

III.3.6.1. REGLEMENTATIONS INTERNATIONALES ET NATIONALES

a. Réglementations Internationales

- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) : Aux États-Unis, l'OSHA fixe des normes strictes pour la sécurité au travail, y compris des exigences spécifiques pour la manipulation de substances dangereuses comme l'ammoniac que. La norme OSHA 1910.119 sur la gestion des processus dangereux (PSM) est particulièrement pertinente.
- EPA (Environmental Protection Agency) : L'EPA régule les émissions de substances dangereuses dans l'environnement. Le Clean Air Act (CAA) et le Risk Management Plan (RMP) Program imposent des exigences pour la gestion des risques liés à l'ammoniac que.
- REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) : En Europe, le règlement REACH impose des obligations aux entreprises concernant l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques, y compris l'ammoniac que.

b. Réglementations Nationales

- Directives Nationales : Chaque pays a ses propres réglementations pour la manipulation et le stockage de l'ammoniac que. Par exemple, en France, l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) fournit des directives et des recommandations pour la sécurité liée à l'ammoniac que.
- Normes de Sécurité au Travail: Les organismes nationaux de sécurité au travail, tels que le CNESST au Québec ou l'HSE (Health and Safety Executive) au Royaume-Uni, publient des normes et des directives spécifiques pour la manipulation de substances dangereuses comme l'ammoniac que.

III.3.6.1. EXIGENCES SPECIFIQUES DE CONFORMITE

a. Documentation et Enregistrements

- Fiches de Données de Sécurité (FDS): Les fiches de données de sécurité doivent être maintenues à jour et accessibles aux travailleurs. Elles fournissent des informations critiques sur les risques associés à l'ammoniac et les mesures de sécurité à prendre.
- Registres de Sécurité : Les installations doivent tenir des registres détaillés des inspections, des entretiens, des formations et des audits de sécurité. Ces registres aident à démontrer la conformité et à identifier les domaines nécessitant des améliorations.

b. Évaluations des Risques et Plans de Gestion

- Analyses de Risques : Les installations doivent réaliser des analyses de risques régulières pour identifier et évaluer les dangers potentiels liés à l'ammoniac. Cela inclut l'évaluation des scénarios de pire cas et des plans de réponse aux incidents.
- Plans de Gestion des Risques (PGR) : Un plan de gestion des risques détaillé doit être en place, couvrant les mesures de prévention, de préparation, de réponse et de récupération en cas d'incident. Le plan doit être régulièrement mis à jour et testé.

c. Audits et Inspections

- Audits Internes : Les audits internes de sécurité doivent être réalisés régulièrement pour vérifier la conformité avec les réglementations et les normes internes. Les résultats des audits doivent être documentés et des actions correctives doivent être prises immédiatement.
- Inspections Réglementaires : Les installations doivent être prêtes pour les inspections par les autorités réglementaires. Cela inclut la préparation des documents requis et la coopération avec les inspecteurs pour démontrer la conformité.

d. Programmes de Formation et de Sensibilisation

- Formation Continue : Le personnel doit recevoir une formation continue sur les réglementations pertinentes, les meilleures pratiques de sécurité, et les procédures

d'urgence. La formation doit être adaptée aux rôles et responsabilités spécifiques de chaque employé.

- Sensibilisation à la Sécurité : Des programmes de sensibilisation à la sécurité doivent être mis en place pour encourager une culture de sécurité au sein de l'organisation. Cela inclut des campagnes de communication, des affiches de sécurité, et des sessions d'information régulières.

III.3.6. 3. NORMES ET BONNES PRATIQUES INDUSTRIELLES

a. Normes de l'Industrie

- ISO 45001 : La norme ISO 45001 sur les systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail fournit un cadre pour améliorer la sécurité des travailleurs et réduire les risques sur le lieu de travail.
- API (American Petroleum Institute) : L'API publie des normes techniques et des bonnes pratiques pour la gestion des substances dangereuses, y compris des lignes directrices pour les équipements et les procédures de sécurité.

b. Meilleures Pratiques de Sécurité

- Maintenance Préventive : Mettre en œuvre un programme de maintenance préventive rigoureux pour garantir le bon fonctionnement des équipements de sécurité et des systèmes de détection.
- Procédures Opérationnelles Standardisées : Développer et maintenir des procédures opérationnelles standardisées (SOP) pour toutes les opérations impliquant l'ammoniac, y compris la manipulation, le stockage, et le transport.
- Gestion des Changements : Un processus de gestion des changements (MOC) doit être en place pour évaluer les risques associés à toute modification des équipements, des processus, ou des procédures.

c. Engagement des Parties Prenantes

- Implication des Travailleurs : Encourager la participation des travailleurs dans les initiatives de sécurité, y compris les comités de sécurité, les inspections sur le terrain, et les enquêtes sur les incidents.

- Communication avec les Communautés Locales : Les installations doivent communiquer de manière transparente avec les communautés locales concernant les mesures de sécurité en place et les plans d'urgence. Cela renforce la confiance et améliore la préparation communautaire en cas d'incident.

III.3.7. CONCLUSION

La sécurité dans le stockage d'ammoniac repose sur une combinaison de dispositifs de sécurité sophistiqués, de protocoles rigoureux et de formations continues pour le personnel. Les torches, les soupapes de sécurité, les détecteurs de gaz, les enceintes de confinement, et les systèmes d'extinction d'incendie jouent tous un rôle crucial dans la prévention et la gestion des incidents. En assurant une maintenance régulière des équipements et en respectant les normes et réglementations, les installations peuvent minimiser les risques associés au stockage de l'ammoniac et protéger à la fois le personnel et l'environnement

Chapitre IV : Boucle de Liquéfaction pour la Récupération de Gaz dans le Bac de Stockage d'Ammoniac

IV.1. INTRODUCTION

L'ammoniac est une substance chimique couramment utilisée dans diverses industries, notamment dans la réfrigération, la production d'engrais, et les procédés chimiques. Son stockage en grandes quantités présente des défis particuliers, notamment en ce qui concerne la gestion des gaz d'évaporation qui se forment naturellement. La récupération et la liquéfaction de ces gaz sont essentielles non seulement pour des raisons économiques mais aussi pour des considérations de sécurité et de protection de l'environnement. Cette note de recherche explore le fonctionnement, les composants, les avantages, et les considérations techniques d'une boucle de liquéfaction utilisée pour la récupération de gaz d'ammoniac dans un bac de stockage

IV.2. CONTEXTE ET IMPORTANCE

IV.2.1. CONTEXTE INDUSTRIEL

L'ammoniac NH_3) est un composé chimique largement utilisé dans divers secteurs industriels, notamment :

Réfrigération Industrielle : L'ammoniac est un réfrigérant efficace en raison de ses excellentes propriétés thermodynamiques. Il est couramment utilisé dans les grands systèmes de réfrigération industriels et commerciaux, tels que ceux présents dans les entrepôts frigorifiques et les installations de traitement des aliments.

Production d'Engrais : L'ammoniac est un précurseur crucial dans la fabrication des engrais azotés, tels que le nitrate d'ammonium et l'urée, qui sont essentiels pour l'agriculture moderne.

Industrie Chimique : L'ammoniac est une matière première importante pour la production de nombreux produits chimiques, dont l'acide nitrique, les fibres synthétiques (comme le nylon), et les explosifs.

IV.2.2. IMPORTANCE DE LA GESTION DES GAZ D'ÉVAPORATION

Les réservoirs de stockage d'ammoniac, qu'ils soient à température ambiante ou réfrigérés, doivent gérer les gaz d'évaporation qui se forment inévitablement. Les raisons pour lesquelles la gestion de ces gaz est cruciale incluent :

a. Sécurité

Toxicité de l'Ammoniac: L'ammoniac est toxique à faible concentration. Une exposition à des niveaux élevés peut causer des irritations respiratoires, des lésions oculaires et cutanées, et dans des cas extrêmes, être fatale.

b. Économie

Réduction des Pertes de Produit** : L'évaporation de l'ammoniac entraîne des pertes de produit qui représentent des coûts directs pour l'entreprise. La récupération et la re-liquéfaction de ces gaz permettent de récupérer cette matière première précieuse.

Efficacité Opérationnelle : Une gestion efficace des gaz d'évaporation améliore l'efficacité globale de l'installation, réduisant ainsi les coûts opérationnels.

c. Environnement

Protection de l'Environnement : L'émission d'ammoniac dans l'atmosphère peut avoir des impacts environnementaux négatifs, tels que la formation de pluie acide et la contribution à la pollution de l'air. La récupération des gaz d'évaporation limite ces émissions.

Conformité aux Régulations : Les régulations environnementales imposent des limites strictes sur les émissions de composés chimiques, y compris l'ammoniac. Les entreprises doivent se conformer à ces régulations pour éviter des amendes et des sanctions.

IV.3. CADRE REGLEMENTAIRE

Les installations de stockage et de traitement de l'ammoniac doivent respecter plusieurs normes et régulations :

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) : Aux États-Unis, l'OSHA impose des normes strictes concernant la gestion des substances dangereuses, y compris l'ammoniac, pour garantir la sécurité des travailleurs.

EPA (Environmental Protection Agency) : L'EPA régule les émissions d'ammoniac dans l'environnement, imposant des limites sur les quantités qui peuvent être libérées dans l'air et l'eau.

Régulations Internationales : Divers pays et organisations internationales ont leurs propres régulations concernant la manipulation, le stockage, et l'émission de substances chimiques dangereuses comme l'ammoniac.

IV.4. DEFIS TECHNIQUES

Les défis associés à la gestion des gaz d'évaporation d'ammoniac incluent :

Variabilité des Conditions : Les conditions de stockage peuvent varier, influençant les taux d'évaporation et les besoins en récupération. Par exemple, les variations de température ambiante affectent la pression et la quantité de gaz formés.

Efficacité Énergétique : La compression et la liquéfaction des gaz d'évaporation nécessitent de l'énergie. Optimiser l'efficacité énergétique de ces processus est crucial pour réduire les coûts opérationnels.

Maintenance et Fiabilité : Les équipements utilisés dans le processus, tels que les compresseurs et les échangeurs de chaleur, doivent être maintenus en bon état de fonctionnement pour assurer une récupération continue et fiable des gaz.

IV.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La boucle de liquéfaction pour la récupération de gaz dans un bac de stockage d'ammoniac implique plusieurs étapes et composantes essentielles qui travaillent ensemble pour capturer, comprimer, refroidir et re-liquéfier les gaz d'évaporation. Voici un examen détaillé des différentes étapes de ce processus.

IV.4.1 ÉVAPORATION

a. Description du Processus

L'évaporation est le phénomène par lequel une partie de l'ammoniac liquide dans le bac de stockage passe à l'état gazeux. Cela se produit en raison de l'apport de chaleur externe, même avec un bon isolement thermique du réservoir. Les sources de chaleur peuvent inclure :

Température Ambiante : L'ammoniac liquide absorbe de la chaleur de l'environnement, entraînant son évaporation.

Transfert Thermique : Les parois du réservoir, malgré l'isolation, peuvent conduire une certaine quantité de chaleur vers l'intérieur.

b. Conséquences

Augmentation de la Pression : La formation de gaz augmente la pression dans le réservoir. Sans gestion appropriée, cela peut entraîner des risques de surpression.

Émissions Potentielles : L'évaporation non contrôlée peut entraîner des émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, posant des risques environnementaux et sanitaires.

Récupération des Gaz

IV.4.2 CAPTAGE DES GAZ

Les gaz d'évaporation sont collectés à l'aide de conduites installées dans la partie supérieure du réservoir. Ces conduites sont connectées à un système de récupération qui dirige les gaz vers les unités de compression.

a. Système de Récupération

Le système de récupération peut inclure :

Soupapes de Sécurité : Pour relâcher la pression excessive et éviter la surpression.

Pipelines : Conduites pour transporter les gaz d'évaporation vers les compresseurs.

Filtres et Séparateurs : Pour éliminer les impuretés avant la compression.

IV.4. 3 COMPRESSION

a. Compresseurs

Les gaz capturés sont dirigés vers des compresseurs, qui augmentent leur pression. Les types couramment utilisés sont :

Compresseurs à Piston : Utilisés pour des applications nécessitant des pressions élevées avec des débits variables.

Compresseurs à Vis : Offrent une opération plus continue et sont souvent utilisés pour des débits plus importants.

b. Objectifs de la Compression

Augmenter la Pression : Pour faciliter la manipulation et le transport des gaz.

Augmenter la Température : En conséquence de la compression, la température des gaz augmente, préparant ainsi les gaz pour l'étape de condensation.

IV.4.4 REFROIDISSEMENT ET CONDENSATION

a. Échangeurs de Chaleur

Les gaz comprimés et chauffés passent par des échangeurs de chaleur où ils sont refroidis à l'aide de réfrigérants. Les types d'échangeurs couramment utilisés sont :

Échangeurs à Plaques : Utilisés pour leur efficacité thermique et leur compacité.

Échangeurs à Coques et Tubes : Choisis pour leur durabilité et leur capacité à gérer des débits élevés.

b. Condensation

Le refroidissement abaisse la température des gaz comprimés en dessous de leur point d'ébullition, provoquant ainsi leur condensation en liquide. La condensation se produit dans des condenseurs spécialement conçus pour l'ammoniac.

IV.4.5RETOUR AU BAC DE STOCKAGE

a. Réintroduction du Liquide

L'ammoniac condensé est renvoyée dans le réservoir de stockage. Ce processus inclut :

Pompes de Transfert : Pour déplacer l'ammoniac liquéfié du condenseur vers le réservoir.

Contrôles de Niveau : Pour surveiller et maintenir le niveau de liquide dans le réservoir, assurant un stockage sûr et optimal.

b. Bouclage du Système

La boucle se ferme avec la réintroduction de l'ammoniac liquide, permettant un cycle continu de récupération, compression, condensation et retour du liquide. Cela assure une gestion efficace des gaz d'évaporation, minimisant les pertes et les émissions.

Chapitre IV : Boucle de Liquéfaction pour la Récupération de Gaz dans le Bac de Stockage d'Ammoniac

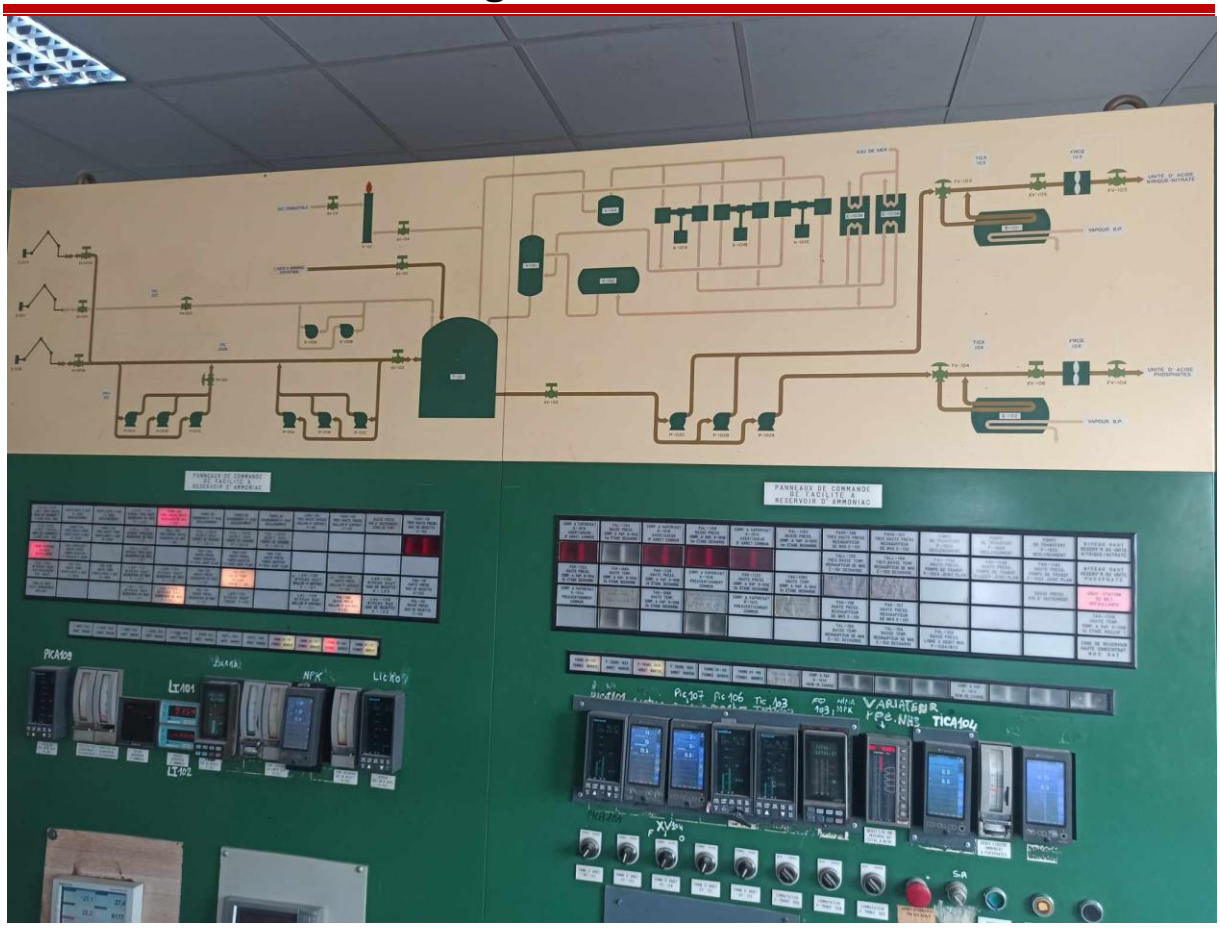


Figure IV. 1: Schéma de la Boucle de Liquéfaction

IV.4. ÉQUIPEMENT PRINCIPAL

La boucle de liquéfaction pour la récupération de gaz dans un bac de stockage d'ammoniac repose sur un ensemble d'équipements spécialisés qui assurent l'efficacité et la sécurité du processus. Voici une description détaillée des principaux composants impliqués.

IV.4.1. COMPRESSEURS

IV.4.1.1 Types de Compresseurs

a. **Compresseurs à Piston :**

Description : Utilisent un piston qui se déplace dans un cylindre pour comprimer le gaz.

Avantages : Capables de générer des pressions élevées, adaptés aux débits variables.

Inconvénients : Bruyants, nécessitent une maintenance plus fréquente en raison des pièces mobiles.

b. Compresseurs à Vis

Description** : Utilisent deux vis hélicoïdales qui tournent en sens opposé pour comprimer le gaz.

Avantages : Fonctionnement plus silencieux, opération continue, nécessitent moins de maintenance.

Inconvénients : Moins efficaces à très haute pression comparé aux compresseurs à piston.

IV.4.1.2. Fonctionnalité

Les compresseurs augmentent la pression du gaz d'ammoniac récupéré, ce qui facilite sa manipulation et sa condensation ultérieure. La compression augmente également la température du gaz, une étape préalable importante avant le refroidissement et la liquéfaction.

IV.4.2. ÉCHANGEURS DE CHALEUR

IV.4.2.1 Types d'Échangeurs

a. Échangeurs à Plaques

Description : Composés de plaques parallèles où circulent les fluides, permettant un transfert de chaleur efficace.

Avantages : Haute efficacité thermique, compacts, faciles à entretenir.

Inconvénients : Moins adaptés aux fluides très sales ou visqueux.

b. Échangeurs à Coques et Tubes :

Description : Composés d'un ensemble de tubes à l'intérieur d'une coque, où circulent les fluides pour le transfert de chaleur.

Avantages : Durables, capables de gérer des débits et des pressions élevées.

Inconvénients : Plus encombrants, nécessitent plus d'espace et d'entretien.

IV.4.2.2. Fonctionnalité

Les échangeurs de chaleur refroidissent les gaz comprimés, abaissant leur température en dessous du point d'ébullition de l'ammoniac ce qui permet la condensation du gaz en liquide. L'efficacité de ces échangeurs est cruciale pour optimiser la consommation énergétique du processus.

IV.4.3. CONDENSEURS

IV.4.3.1 Types de Condenseurs

a. **Condenseurs à Air :**

Description : Utilisent l'air ambiant pour refroidir le gaz comprimé.

Avantages : Simples à installer et à maintenir, pas besoin d'approvisionnement en eau.

Inconvénients : Moins efficaces dans des environnements chauds, nécessitent un espace dégagé pour la circulation de l'air.

b. **Condenseurs à Eau** :

Description : Utilisent de l'eau comme moyen de refroidissement.

Avantages : Plus efficaces que les condenseurs à air, surtout dans des climats chauds.

Inconvénients : Nécessitent une source d'eau et des systèmes de traitement de l'eau pour éviter les dépôts minéraux.

IV.4.3.2 FONCTIONNALITE

Les condenseurs convertissent les gaz d'ammoniac refroidis en liquide. Ils sont essentiels pour assurer que l'ammoniac gazeux récupéré est efficacement re-liquéfié et renvoyé dans le réservoir de stockage.

IV.4.4. SYSTEME DE TUYAUTERIE ET DE VANNES

IV.4.4. Types de Tuyauterie

a. **Tuyaux en Acier Inoxydable :**

Description : Résistants à la corrosion, durables, adaptés pour les systèmes transportant des substances chimiques comme l'ammoniac.

Avantages : Longue durée de vie, résistent bien aux températures élevées et basses.

Inconvénients : Plus coûteux que les tuyaux en matériaux alternatifs.

b. Tuyaux en Acier au Carbone :

Description : Souvent utilisés pour des applications à haute pression.

Avantages : Bon rapport coût-efficacité, solides et durables.

Inconvénients : Susceptibles à la corrosion sans revêtement approprié.

IV.4.4. Types de Vannes

IV.4.4. 1. Vannes à Boisseau Sphérique :

Description : Utilisent une boule percée pour contrôler le débit de l'ammoniac.

Avantages : Étanchéité fiable, faciles à manœuvrer, faible résistance au flux.

Inconvénients : Moins adaptées aux réglages de débit précis.

IV.4.4. 2. Vannes à Papillon :

Description : Utilisent un disque rotatif pour réguler le flux.

Avantages : Léger, facile à installer et entretenir.

Inconvénients : Moins efficaces pour les applications de haute pression.

IV.4.4.3. Fonctionnalité

Les systèmes de tuyauterie et de vannes transportent l'ammoniac gazeux et liquide à travers les différentes étapes du processus. Les vannes régulent le flux, assurant la sécurité et l'efficacité de l'ensemble du système.

IV.4.5. POMPES DE TRANSFERT

IV.4.5. Types de Pompes

IV.4.5. 1. Pompes Centrifuges :

Description : Utilisent une roue tournante pour déplacer le liquide.

Avantages : Haute capacité de débit, bonne efficacité pour les liquides à faible viscosité.

Inconvénients : Moins efficaces pour les liquides à haute viscosité ou les mélanges contenant des solides.

IV.4.5. 2. Pompes à Piston :

Description : Utilisent un piston pour déplacer le liquide.

Avantages : Capables de générer des pressions élevées, adaptées aux liquides visqueux.

Inconvénients : Plus complexes et coûteuses à entretenir.

IV.4.6. Fonctionnalité

Les pompes de transfert déplacent l'ammoniac liquéfié du condenseur vers le réservoir de stockage. Elles sont conçues pour gérer les caractéristiques spécifiques de l'ammoniac et garantir un transfert sûr et efficace.

IV.4.6. SYSTEMES DE CONTROLE ET DE SURVEILLANCE

IV.4.6.1 Capteurs et Moniteurs

A. Capteurs de Pression :

Description : Mesurent la pression des gaz et des liquides dans le système.

Avantages : Fournissent des données en temps réel pour une régulation précise.

Inconvénients : Nécessitent un étalonnage et une maintenance réguliers.

B. Capteurs de Température :

Description : Mesurent les températures à différentes étapes du processus.

Avantages : Essentiels pour le contrôle des processus thermiques.

Inconvénients : Susceptibles aux variations environnementales si non protégés.

IV.4.7. SYSTEMES DE CONTROLE

IV.4.7.1. Systèmes PLC (Programmable Logic Controller) :

Description : Utilisent des logiciels pour automatiser le contrôle des processus.

Avantages : Permettent une régulation précise et une automatisation complète.

Inconvénients : Coût initial élevé, nécessite des compétences spécifiques pour la programmation et la maintenance.

IV.4.7.2. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition):

Description : Systèmes de contrôle et d'acquisition de données pour superviser et gérer les opérations.

Avantages : Offrent une vue d'ensemble en temps réel et la possibilité de réagir rapidement aux anomalies.

Inconvénients : Complexité de mise en œuvre, nécessite une infrastructure réseau fiable.

IV.5. AVANTAGES DE LA BOUCLE DE LIQUEFACTION

La boucle de liquéfaction pour la récupération de gaz dans les bacs de stockag Inconvénieac présente de nombreux avantages significatifs sur les plans économique, opérationnel, environnemental et de sécurité. Voici une analyse détaillée de ces avantages :

IV.5.1. ÉCONOMIES DE COUTS

Réduction des Pertes de Produit

Récupération Maximale : La boucle de liquéfaction permet de capter et de re-liquéfier presque la totalité des gaz d'évaporation, minimisant ainsi les pertes d'ammoniac que qui auraient autrement été libérées dans l'atmosphère.

Optimisation des Ressources: En récupérant l'ammoniac gazeux et en le convertissant de nouveau en liquide, les entreprises peuvent maximiser l'utilisation de leur stock initial, réduisant ainsi le besoin d'acheter davantage d'ammoniac.

Efficacité Énergétique

Utilisation Optimisée de l'Énergie : Les systèmes de compression et de condensation modernes sont conçus pour être écoénergétiques, réduisant la consommation d'énergie nécessaire pour re-liquéfier le gaz.

Réduction des Coûts Opérationnels : Une meilleure efficacité énergétique se traduit par des coûts opérationnels réduits, augmentant ainsi la rentabilité globale des installations.

IV.5. 2. AMELIORATION DE LA SECURITE

Contrôle de la Pression

Prévention des Surpressions : En récupérant les gaz d'évaporation, la boucle de liquéfaction aide à maintenir une pression stable dans les réservoirs de stockage, prévenant ainsi les risques d'explosion ou de fuite.

Soupapes de Sécurité : Intégrées dans le système, ces dispositifs relâchent automatiquement la pression excessive, garantissant un fonctionnement sécurisé.

Réduction des Risques de Fuite

Émissions Contrôlées : En récupérant et en re-liquéfiant les gaz d'évaporation, le système réduit considérablement les risques de fuite d'ammoniac dans l'atmosphère, protégeant ainsi les travailleurs et l'environnement.

Systèmes de Surveillance : Des capteurs avancés et des systèmes de surveillance permettent une détection précoce des anomalies, permettant une intervention rapide pour éviter les incidents.

IV.5. 3. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Réduction des Émissions de Gaz

Limitation des Polluants : En empêchant l'évasion des gaz d'ammoniac, le système contribue à la réduction des polluants atmosphériques, minimisant les impacts environnementaux négatifs tels que la formation de pluie acide et la contribution à la pollution de l'air.

Conformité Réglementaire : En respectant les normes environnementales strictes, les entreprises peuvent éviter des sanctions coûteuses et améliorer leur image de responsabilité écologique.

Gestion Durable des Ressources

Utilisation Efficace des Matières Premières : La récupération et la réutilisation de l'ammoniac gazeux constituent une approche plus durable et respectueuse des ressources naturelles.

Réduction de l'Empreinte Carbone : En optimisant l'efficacité énergétique et en réduisant les besoins en matières premières, la boucle de liquéfaction contribue à diminuer l'empreinte carbone globale de l'installation.

IV.5.4. FIABILITE ET EFFICACITE OPERATIONNELLE

Opérations Continues

Système Automatisé : La boucle de liquéfaction est souvent intégrée à des systèmes automatisés qui permettent une opération continue sans intervention manuelle fréquente, améliorant ainsi l'efficacité opérationnelle.

Maintenance Réduite : Les équipements modernes sont conçus pour une durabilité et une fiabilité accrues, réduisant les besoins de maintenance et les temps d'arrêt.

Adaptabilité

Flexibilité : Le système peut être ajusté pour gérer différents volumes de gaz d'évaporation, s'adaptant ainsi aux variations des conditions de stockage et des demandes opérationnelles.

Scalabilité : Les installations peuvent être mises à l'échelle pour répondre aux besoins croissants, facilitant ainsi l'expansion des capacités de stockage d'ammoniac.

IV.5. 5. AVANTAGES FINANCIERS

Augmentation de la Rentabilité

Retour sur Investissement** : Bien que l'installation initiale de la boucle de liquéfaction puisse représenter un coût significatif, les économies réalisées grâce à la récupération de produit, à la réduction des coûts énergétiques et à la minimisation des pertes compensent rapidement cet investissement.

Amélioration des Marges : En maximisant l'utilisation de l'ammoniac disponible et en réduisant les coûts opérationnels, les entreprises peuvent améliorer leurs marges bénéficiaires.

Avantages Concurrentiels

Avantage Technologique : L'adoption de technologies avancées de récupération et de re-liquéfaction peut conférer un avantage concurrentiel significatif aux entreprises, en démontrant leur engagement envers l'innovation et l'efficacité.

Attraction des Investissements : Les entreprises qui montrent des pratiques opérationnelles efficaces et durables peuvent attirer davantage d'investisseurs, sensibles aux performances financières et environnementales.

Considérations Techniques

La mise en place et l'exploitation efficace d'une boucle de liquéfaction pour la récupération de gaz d'ammoniac dans des bacs de stockage nécessitent une attention particulière à plusieurs considérations techniques. Ces considérations couvrent divers aspects allant de la conception des équipements à la maintenance, en passant par les défis opérationnels et les stratégies de sécurité.

IV.6. CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS

Sélection des Matériaux

Résistance à la Corrosion : L'ammoniac est un produit chimique corrosif, nécessitant l'utilisation de matériaux résistants comme l'acier inoxydable ou l'acier au carbone avec revêtement spécial pour toutes les pièces en contact avec l'ammoniac.

Durabilité : Les matériaux doivent être choisis pour leur longévité et leur capacité à résister aux conditions de température et de pression élevées sans se dégrader.

Dimensionnement

Capacité des Compresseurs : Les compresseurs doivent être dimensionnés pour gérer les volumes spécifiques de gaz d'évaporation générés. Une sous-dimension peut entraîner une inefficacité, tandis qu'une sur-dimension peut engendrer des coûts inutiles.

Échangeurs de Chaleur : Doivent être dimensionnés pour assurer un transfert thermique efficace, en tenant compte des débits et des variations de température.

IV.7. MAINTENANCE ET FIABILITE

PROGRAMMES DE MAINTENANCE PREVENTIVE

Inspections Régulières : Des inspections régulières des compresseurs, échangeurs de chaleur, condenseurs et systèmes de tuyauterie sont essentielles pour détecter les signes de défaillance avant qu'ils ne deviennent critiques.

Nettoyage et Calibration : Les équipements doivent être nettoyés et calibrés périodiquement pour maintenir leur efficacité et prévenir les dysfonctionnements.

GESTION DES PIECES DE RECHANGE

Inventaire des Pièces : Un inventaire adéquat des pièces de rechange critiques, comme les joints, les vannes et les composants des compresseurs, doit être maintenu pour minimiser les temps d'arrêt en cas de panne.

Planification des Interventions : Les interventions de maintenance doivent être planifiées en fonction des cycles de production pour éviter les interruptions opérationnelles.

IV.8. EFFICACITE ÉNERGETIQUE

OPTIMISATION DES PROCESSUS

Récupération de Chaleur : Intégrer des systèmes de récupération de chaleur pour réutiliser l'énergie thermique des gaz comprimés, améliorant ainsi l'efficacité énergétique globale du système.

Contrôle Automatisé : Utiliser des systèmes de contrôle automatisés pour optimiser les cycles de compression et de condensation en fonction des conditions opérationnelles réelles.

*TE*CHNOLOGIES AVANCEES

Compresseurs à Haute Efficacité : Sélectionner des compresseurs de dernière génération qui offrent une meilleure efficacité énergétique et une réduction des pertes thermiques.

Échangeurs de Chaleur Performants : Utiliser des échangeurs de chaleur à haute performance, comme les échangeurs à plaques brasées, pour maximiser le transfert thermique tout en minimisant les pertes.

IV.9. INTEGRATION SYSTEMIQUE

COORDINATION DES COMPOSANTS

Systèmes Interconnectés : Tous les composants de la boucle de liquéfaction doivent être intégrés de manière à fonctionner en harmonie. Une mauvaise coordination peut entraîner des inefficacités et des pannes.

Interface Homme-Machine (IHM) : Installer des interfaces utilisateur intuitives pour permettre aux opérateurs de surveiller et de contrôler facilement l'ensemble du système.

REDONDANCE ET FIABILITE

Composants Redondants : Intégrer des composants redondants, comme des compresseurs et des pompes de secours, pour garantir une opération continue même en cas de défaillance d'un élément clé.

-Surveillance Continue : Utiliser des systèmes de surveillance continue pour détecter et répondre immédiatement aux anomalies, minimisant ainsi les risques de défaillance majeure.

IV.10. SECURITE

CONFORMITE REGLEMENTAIRE

Normes et Règlements : S'assurer que le système est conforme à toutes les réglementations locales, nationales et internationales relatives au stockage et à la manipulation de l'ammoniac.

Audits de Sécurité : Effectuer des audits de sécurité réguliers pour identifier et rectifier les potentielles non-conformités et les risques.

SYSTEMES DE SECURITE ACTIFS ET PASSIFS

Soupapes de Sécurité : Installer des soupapes de sécurité pour libérer la pression excessive et éviter les explosions.

-Systèmes de Détection de Fuite : Utiliser des détecteurs de fuite d'ammoniac pour une détection rapide et une intervention immédiate.

Plans d'Urgence : Établir des plans d'urgence bien définis, incluant des procédures de confinement et des évacuations en cas de fuite ou d'explosion.

IV.11. GESTION DES DECHETS ET DE L'ENVIRONNEMENT

TRAITEMENT DES SOUS-PRODUITS

Neutralisation des Gaz : Les gaz non condensés doivent être traités pour neutraliser l'ammoniac avant leur libération dans l'atmosphère, évitant ainsi la pollution de l'air.

Recyclage des Matériaux* : Mettre en place des systèmes de recyclage pour les matériaux usagés et les déchets générés par le processus de liquéfaction.

SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Moniteurs d'Émissions : Installer des moniteurs pour mesurer les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants, garantissant ainsi le respect des normes environnementales.

Rapports Environnementaux** : Produire des rapports réguliers pour les autorités de régulation et les parties prenantes, démontrant l'engagement envers la protection de l'environnement.

IV.12. GESTION DES RISQUES ET FORMATION

ÉVALUATION DES RISQUES

Analyse des Scénarios : Effectuer des analyses de risques pour identifier les scénarios potentiels de défaillance et leurs impacts.

Mesures de Mitigation : Développer et mettre en œuvre des mesures de mitigation pour réduire les risques identifiés à un niveau acceptable.

FORMATION ET COMPETENCE

Programmes de Formation : Fournir une formation complète et régulière aux opérateurs sur les procédures de sécurité, le fonctionnement des équipements et la réponse aux urgences.

-Simulations d'Urgence : Conduire des exercices de simulation d'urgence pour assurer que le personnel est bien préparé à réagir de manière appropriée en cas d'incident.

IV.12. CONCLUSION

La boucle de liquéfaction pour la récupération de gaz dans le bac de stockage d'ammoniac est une solution technologique indispensable pour les industries utilisant de grandes quantités d'ammoniac. Elle offre des avantages économiques significatifs en réduisant les pertes de produit, améliore la sécurité en minimisant les risques d'émissions toxiques et inflammables, et aide à se conformer aux régulations environnementales et de sécurité. Cependant, la mise en œuvre de ce système nécessite une conception soigneuse, une maintenance régulière, et une surveillance continue pour garantir son efficacité et sa fiabilité. En intégrant ces éléments, les installations peuvent gérer efficacement les défis associés au stockage de l’ammoniac liquide tout en maximisant les avantages opérationnels et environnementaux.

MISE A L'ARRET CHARGEMENT DE NAVIRE

Ralentissement du chargement

Avant la fin de l'opération de chargement, le personnel du navire citerne informera le personnel du terminal de la mise à l'arrêt. La vanne du navire citerne étant progressivement fermée lorsque le niveau approche la limite maximale, vérifier la vitesse de chargement et réduire la charge des pompes en service, tout en observant le débitmètre.

Mise à l'arrêt

Le chargement sera arrêté lorsque toutes les cuves sont pleines, en conformité avec la procédure suivante.

Mise à l'arrêt des pompes de chargement (P-101 A/B/C)

Les pompes de chargement seront mises à l'arrêt à la demande du personnel du navire citerne.

Fermeture des vannes d'isolement sur les bras de chargement

Fermer les vannes d'isolement sur les bras de chargement.

(C) Alignement

Régler les conditions d'ouverture et de fermeture des vannes sur la marche en exploitation normale, en conformité avec les instructions .

(D)La vanne LV 201 sera ouverte on auto .pour récupération les gaz ammoniac après fin de chargement au conduite retour gaz 18 pouces.

Chapitre V: Études de récupération des gaz ammoniac venant du conduite retour gaz après l'opération de chargement navire

V.1.INTRODUCTION

Dans l'installation existe la conduite de retour gaz entrée directement dans le bac de stockage a travers une vanne d'isolement « vanne retour gaz « ,en observé que cette installation il y a beaucoup des pertes du gaz ammoniac a cause de torché un importantes quantité pour maintenir le bac de stockage en sécurité,et pour cela on à proposer une modification sur la conduite de retour gaz.

V.2.LA MODIFICATION PROPOSER

En avalde la vanne de retour gaz créé deux vanne en cascade c'est deux vanne sert a la régulation du la pression d'aspiration des compresseurs , après les deux vanne en cascade installé un ballon tampon,le rôle de ce ballon est assuré l'alimentation de l'aspiration des compresseurs par un gaz sèche et pour la détente la pression d'aspiration des compresseurs,a la refoulement des compresseurs en installe un troisième condenseur multitubuleur a calandre cette condenseur refroidie et condensé les gaz comprimé,en ajoute cette condenseur pour assuré la bonne fonctionnement de la boucle de récupération des gaz ammoniac existe.

En utilisé cette projet uniquement après chaque fin de chargement de navire .

Cette modification nécessite une boucle de régulation et instrumentation

Indicateurs de niveau pour le ballon tampon

Indicateurs de température (THI) pour entrée et sortie de condenseur

Des manomètres pour les deux vanne en cascade, à l'entré et sortie condenseur

La modification nécessite une boucle de sécurité

Des Capteurs des fuites d'ammoniac et des capteurs de feu

Des soupapes d'evacuationvers collecteur de soupapes

Des vannes d'isolement sur chaque équipement

Reseaud'azote pour l'inertage des équipements

Des conduits de dégazage vers collecteur d'usine

Mise à la terre pour décharge statique

Réseau système anti incendie

V.3. PRESENTATION DES EQUIPEMENTS OBTENIR

V.3.1. LE BALLON TAMPON

Le ballon tampon est un équipement nécessaire dans cette projet,il existe déjà un ballon tampon au niveau de la boucle de récupération des gaz ammoniac venant du bac de stockage et pour cela on à choisir un ballon tampon de même Caractéristiques sachant que :

Le volume : 3050 litres

La nature de fluide : ammoniac gaz

Pression de service :0,04 bar

Pression de calcul :3,5 bar

Température de calcul -33/+66 °c.

V.3.2. CONDENSEUR MULTI TUBULAIRES A CALANDRE

Le condenseur multi tubulaire a calandre se compose d'une horizontal cylindriques en acierâ la quelle est fixe un nombre de tubes parallèle qui ont la longueur de la calandre et qui supportés par intervalles et monté a chaque extrémité dans des plaques tubulaire

Côté calandre : les gaz réfrigérant sera dirigé vers le haut de condenseur sur côté de calandre

Côté de tubes : le réfrigérant secondaire « eau de coulé a l'intérieur des tubes pour refroidie et condensé les gaz ammoniac .

V.3.3.LES VANNE EN CASCADE

Les vannes en cascade sont un type spécifique de vannes utilisées dans les systèmes de régulation de début et des pressions Elles sont conçues pour permettre un contrôle précis du début ou des pressions en utilisant une série de chambres ou de cavités interconnectées. Voici quelques caractéristiques et avantages des vannes en cascade :

-Principe de fonctionnement : Les vannes en cascade fonctionnent en divisant le débit à travers plusieurs étages ou sections, où chaque étage contrôle une partie du début total et la pression Cela permet un ajustement précis du débit final ou des pressions à contrôler

-Contrôle précis : Grâce à leur conception, les vannes en cascade offrent un contrôle plus précis du débit par rapport aux vannes conventionnelles. Elles peuvent être utilisées dans des applications où un contrôle fin du débit ou des pressions critique

-Réduction de la cavitation : En répartissant le débit à travers plusieurs étages, les vannes en cascade peuvent réduire le risque de cavitation, un phénomène indésirable qui peut survenir dans les systèmes où la pression du fluide chute soudainement.

-Réduction du bruit et des vibrations :

Comparées aux vannes conventionnelles, les vannes en cascade peuvent souvent réduire le bruit et les vibrations grâce à une répartition plus uniforme du début ou les pressions.

- Applications typiques : Elles sont couramment utilisées dans les industries où un contrôle précis du débit est nécessaire, telles que l'industrie chimique, pétrolière, pharmaceutique et des procédés industriels.

V.4. LA MISE EN SERVICE PROJET DE MODIFICATION

Cette projet utilisé uniquement après le chargement de navire , la quantité d'ammoniac que liquide dans la conduite liquide Ilya a 300 tonnes, cette quantité transformer en phase gazeuse après deux jours ou trois jours de chargement de navire selon la température extérieure de pipe liquide sachant que un (01)tonne ammoniac que liquide donne un (1) tonne ammoniac gaz parce que il a la même masse massique.

En début de la mise en service de projet il faut que

assurer que les deux vannes en cascade est ouvert avec un consigne d'ouverture sur le système de régulation de 0,4 bar a la sortie de les vanne en cascade

Assurer que lesvannes d'isolement des vannes en cascade sont ouvert a 100%

Assurer que la vanne d'isolement de conduite retour gaz vers bac de stockage est fermé

Assurer que tous les vannes de purge et les vannes de dégazage au niveau ballon tampon ferme

Assurer que les vannes d'entré est sortie l'eau de mer dans le condenseur sont ouvert a 100%

Assurer que les vannes entrée et sortie des gaz ammoniac dans le condenseur sont ouvert a 100%

La procédure de récupération de gaz ammoniac dans le projet

Les gaz ammoniac venant de conduite de retour gaz traversent les deux vannes en cascade(la pression sortie de les deux vannes en cascade est 0,4 bar) ces gaz ammoniac entrée ballon tampon pour assurer l'alimentation de l'aspiration des compresseurs par un gaz sèche, le gaz ammoniac aspiré par les compresseurs K 101 A/B/C a 0,3 baret de température de -20°c,les compresseur refoulé ces gaz comprimé à 13 bar et 85 °c ,ces gaz acheminer vers le condenseurE 103 Ccôté calandre pour condensé et refroidie, a la sortie de condenseur il y a un petit quantité condensé et la grande quantité refroidie a 24°cet 7 bar ce mélange gaz _liquide acheminer vers ballon de recette V 102 pour la condensation complète a la présence

d'un niveau d'ammoniac liquide existe déjà dans V 102 ,par niveau haut la vanne régulatrice de niveau LIC 106 elle s'ouvre pour évacuer la quantité d'ammoniac que condensé vers le ballon de détente V 101 pour la détente la pression d'ammoniac liquide de 5 bar jusqu'à 1,5 bar ,et par niveau haut dans le ballon de détente la vanne LIC 105 elle s'ouvre pour évacuer la quantité d'ammoniac que liquide vers bac de stockage avec un détente de la pression de liquide par un système de pulvérisation

V.5. LA PROCEDURE DE LA MISE A L'ARRET LE PROJET DE RECUPERATION DES GAZ AMMONIAC

A l'aide d'un manomètre installer en amant les deux vannes en cascade nous connaître que la conduite de retour gaz est vidé il faut que :

Assurer que les vannes d'isolement des vannes en cascade sont fermées

Assurer que les vannes entrée et sortie de l'eau de mer dans le condenseur sont fermé

Assurer que les vannes entrée et sortie de gaz ammoniac dans le condenseur sont fermés

V.6. LES AVANTAGES OBTENIR PAR LE PROJET DE MODIFICATION

V.6.1 LE COUT DE REALISATION DE CETTE PROJET

Le coût de la réalisation de ce projet est coûteux en raison de la non-industrialisation en Algérie, et donc nous entrons le coût du transport et de l'achat et le coût de l'institution accomplie pour ce projet au coût total du projet, Le coût total du projet est d'environ trois cent mille dollars

V.6.2 LES BENEFICES DE CETTE PROJET

Il y a de bons bénéfices grâce au revenu de ce projet où nous pouvons compter le nombre de fois où nous exploitée ce projet،En un an, FERTIAL exporte plus de 20 navires d'ammoniac Pour chaque opération d'exportation, 300 tonnes d'ammoniac sont restés dans le pipe liquide, en récupérer cette quantité sous forme gazeuse jusqu'à 99% de quantité total (298tonnes gaz), et le prix mondial d'ammoniac que est 1000 dollars la tonne

298 tonnes ×1000 dollars =298000 dollars pour une seule opération de récupération des gaz ammoniac venant de conduite retour gaz par notre projet.

Lorsque nous comptons le revenu d'un an de ce processus Nous créerons des bénéfices bien au-dessus du coût de la réalisation du projet

On va faire un calcul simple Nous calculons 20 opération de récupération des gaz ammoniac : 298000 dollars ×20 =5 960 000 dollars

V.6.3 LES AVANTAGES POUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SECURITE DE POPULATION

Grâce à ce projet, nous maintiendrons davantage d'environnement et de sécurité des personnes et des travailleurs, ce qui réduira le risque de sortie de l'ammoniac cause d'exitation les soupapes de sécurité du bac de stockage. et contribuera également à augmenter les revenus de l'entreprise.

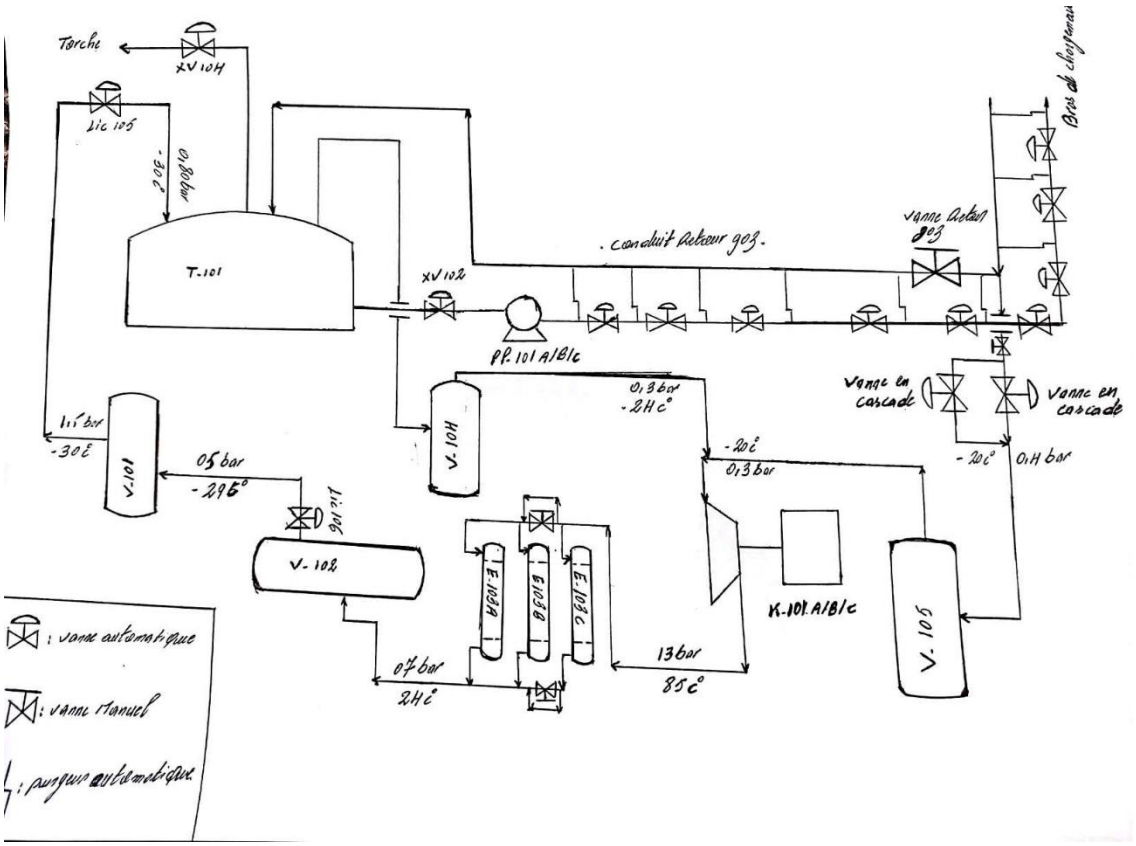


Figure VI. 1: MODIFICATION DE LA BOUCLE

Chapitre VI: PARTIE CALCULE

VI.1.LES CALCULES

	Eau de mer		**Ammoniac gaz**	
Cote	**Tube**		**Calendre**	
Température (°C)	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
	T1=15	T2=25	T1=85	T2=30
Qm (kg\h)	2500		….	
Cp (kcal\K °C)	0.9554		0.562	
P (kg\m^3)	1015		7 .946	
U (kg\m.h)	4.0896		0.03762	
Λ (kcal\mh°C)	0.511866		0.0305503	

LE DEBIT DE GAZ

$$Qm_c \times Cp_c \times (T_1 - T_2) = Qm_f \times Cp_f (T_1 - T_2)$$

$$Qm_c = \frac{Qm_f \times Cp_f (T_1 - T_2)}{Cp_c \times (T_1 - T_2)} = \mathbf{7727.2727\ kg\backslash h}$$

Le flux de chaleur

$$\phi = Qm_c \times Cp_c \times (T_1 - T_2)$$

$$\phi = 238850 \text{ Kcal\h}$$

Le différance de température logartimique moyenne

$$DTLM = \frac{\Delta T1 - \Delta T2}{\ln(\frac{\Delta T1}{\Delta T1})} = 32.46\ °C$$

Facteur de correction et nombre de passes:

$$E = \frac{t2 - t1}{T1 - t1} \backslash == 0{,}143$$

$$R = \frac{T1 - T2}{t2 - t1} = 5{,}5\ (annexe\ 1)$$

d'après F = 0,895 (annexe 1)

mt = 2 (nombre de passes côté tubes) (annexe 1)

mc = 1 (nombre de passes côté calandre) (annexe 1)

Choix de l'appareil:

- Coefficient de transfert: Us = 1250 {Kcal/h.m^{2}C} (annexe 2)\)
- La longueur: L = 6,096 m (annexe 3)
- Diamètre externe des tubes: d_0 = 0,01905 m (annexe 3)
- Diamètre interne des tubes: d_i = 0,01742 m (annexe 3)
- L'épaisseur: e = 0,089 m (annexe 3)
- La disposition des tubes: TRIANGULAIRE
- Le pas: p = 0,0184 m (annexe 3)

Calcul de la surface (proposée):

$$A' = \frac{\Phi}{\text{Us} \times \text{F} \times \text{DT LM}} \quad 6{,}557\ m^2$$

La surface d'échange d'un tube:

$$a = \pi \times d0 \times L = 0{,}3646$$

Le nombre de tubes par calandre:

$$Nt = \frac{A'}{a\ mc} = 18\ tubes$$

Nombre réel de tubes:

On cherche le nombre de tube le plus proche de Nt et le diamètre de la calandre (annexe 1):
Nt = 30 tubes

Détermination d' Usde l'appareil:

$$Us = U's\ \frac{N't}{Nt} = 750\ Kcal/h.m^2\ C$$

Calcul de la surface finale:

$$A = \frac{\Phi}{\mathrm{Us} \times \mathrm{F} \times \mathrm{DT\ LM}} \quad 6{,}557\ m^2$$

CONCLUSION GENERALE

Ce projet de récupération des gaz d'ammoniac présente une avancée technologique significative, capable de répondre à des enjeux économiques, environnementaux et de sécurité. À travers une analyse détaillée des processus et des résultats obtenus, plusieurs points clés émergent, démontrant la pertinence et l'impact positif de cette initiative.

Objectifs et Problématique

L'objectif fondamental de ce projet était de concevoir et d'implémenter un système efficace pour récupérer les gaz d'ammoniac résiduels. Cette récupération est cruciale pour réduire les pertes de matière première, optimiser les coûts de production et atténuer les impacts environnementaux négatifs. La problématique de départ concernait les importantes quantités d'ammoniac laissées dans les conduites de retour après chaque opération d'exportation, représentant à la fois une perte financière et un risque potentiel de pollution et d'accident industriel.

Processus Technique

Le processus technique mis en place pour atteindre ces objectifs est précis et méthodique :

1. Compression et Refroidissement Initial :

- Les gaz d'ammoniac à -20°C sont comprimés à 13 bars et 85°C, puis dirigés vers le condenseur E 103.
- Au sein du condenseur, les gaz sont refroidis à 24°C et 7 bars, aboutissant à un mélange gaz-liquide.

2. Condensation Complète :

- Ce mélange est acheminé vers le ballon de recette V 102, où la condensation complète est assurée. La présence d'un niveau d'ammoniac liquide préexistant facilite ce processus.
- Une vanne régulatrice de niveau (LIC 106) permet l'évacuation de l'ammoniac liquide vers le ballon de détente V 101 lorsque le niveau haut est atteint.

3. Détente et Stockage :

- L'ammoniac liquide subit une détente de pression de 5 bars à 1,5 bar dans le ballon de détente.

- La vanne LIC 105 assure le transfert de l'ammoniac liquide vers le bac de stockage, utilisant un système de pulvérisation pour une détente finale de pression.

Avantages du Projet

1. Avantages Économiques :

- Coût de Réalisation : Le coût de réalisation de ce projet, environ 300 000 dollars, est élevé en raison de la non-industrialisation locale, incluant les coûts de transport et d'achat de matériel.

- Bénéfices Financiers : Le projet permet de récupérer jusqu'à 99% de l'ammoniac résiduel sous forme gazeuse, transformant une perte potentielle en gain économique substantiel. En une seule opération de récupération, la quantité d'ammoniac récupérée peut générer environ 298 000 dollars. Sur une année, avec 20 opérations, le revenu potentiel s'élève à environ 5 960 000 dollars, surpassant largement le coût initial du projet.

2. Avantages Environnementaux et de Sécurité :

- Environnement : En récupérant l'ammoniac résiduel, le projet réduit les émissions de ce gaz dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la protection de l'environnement.

- Sécurité: La réduction des gaz d'ammoniac résiduels diminue le risque de surpression dans les réservoirs de stockage, réduisant ainsi les risques d'accidents industriels et améliorant la sécurité des travailleurs et des populations environnantes.

En conclusion, ce projet de récupération des gaz d'ammoniac se révèle être une initiative stratégique et multifonctionnelle, apportant des bénéfices significatifs sur plusieurs fronts. Il illustre l'importance d'une approche intégrée et innovante dans la gestion des ressources industrielles. Les gains économiques générés par la récupération de l'ammoniac, combinés aux avantages environnementaux et de sécurité, font de ce projet un modèle à suivre pour d'autres industries cherchant à optimiser leurs processus tout en respectant les normes de développement durable et de responsabilité sociale. L'implémentation réussie de ce projet

démontre qu'il est possible de conjuguer performance industrielle et protection de l'environnement, assurant ainsi un avenir plus sûr et plus prospère.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Documentation de l'entreprise FERTIAL, Historique de l'entreprise, Plan de qualité de l'unité d'ammoniac, 2016.

[2] F MONCHY, J VERNIER, Maintenance Méthodes et organisations 3ème Edition, Dunod, Paris, 2010.

[3] A. BELHOMME, Stratégies de Maintenance, 2011

[4] R. CHAMAYOU, Réservoirs Métallique stockage des liquides, Techniques de l'ingénieur 1997.

[5] R.CHAMAYOU, Réservoirs Métallique stockage des liquides à température

contrôlée, Techniques de l'ingénieur 2010 [6] P. RAPIN, P.JACQUARD, J.DESMONS, Technologie des installations

frigorifiques, Dunod, Paris, 2015.

[7] T.DESTOOP, Compresseurs Volumétriques, Technique de l'ingénieur 2010.

[8] Manuel d'instruction des compresseurs K101, SAB 87, Direction maintenance, FERTIAL Annaba.

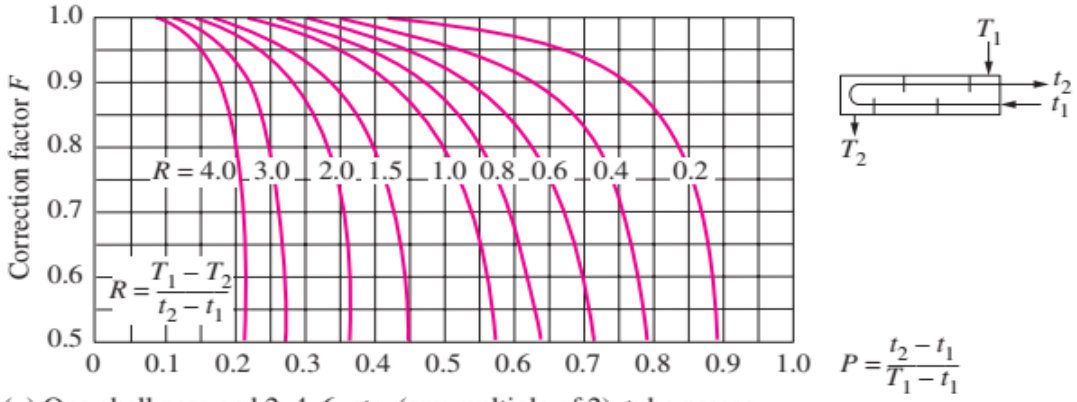
[9] H.FAIGNER, FMD, BTS MI, www.hubertfaigner.com.

[10] GLALOUX, Ingexpert, Conseil Accompagnement du Management de la Maintenance industrielle, Fiabilisation des équipements, 2008, www.ingexpert.com.

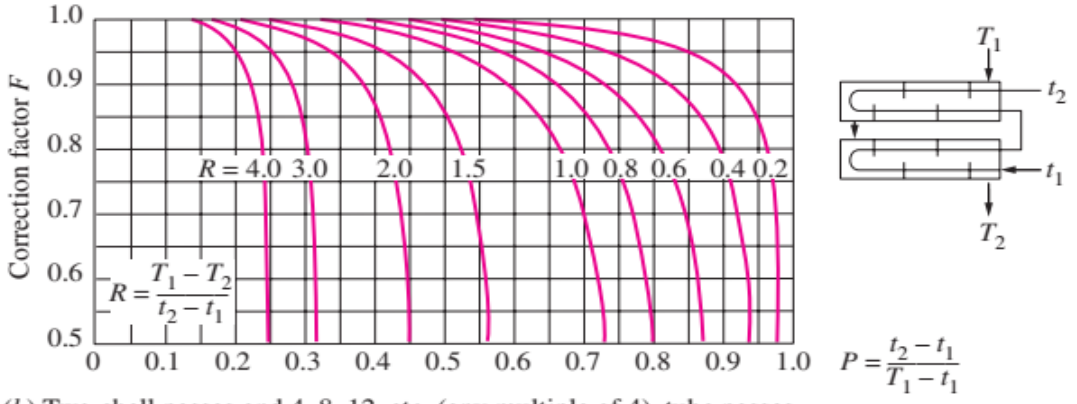
[11] J.HENG, Pratique de la Maintenance préventive, Dunod, Paris, 2002.

LES ANNEXES

Annexe 1 : Facteur de correction F pour les échangeurs de chaleur à tube-calandre



(*a*) One-shell pass and 2, 4, 6, etc. (any multiple of 2), tube passes



(*b*) Two-shell passes and 4, 8, 12, etc. (any multiple of 4), tube passes

Annexe 2 : Coefficient de transfert sale U's.

ÉCHANGEURS		U_s	
FLUIDE CHAUD	FLUIDE FROID	kcal/h.m².°C	BTU/hr. ft².°F
Eau	Eau	1 250 - 2 500	250 - 500
Solutions aqueuses	Solutions aqueuses	1 250 - 2 500	250 - 500
Hydrocarbures légers[2]	Hydrocarbures légers	200 - 370	40 - 75
Hydrocarbures moyens[2]	Hydrocarbures moyens	100 - 300	20 - 60
Hydrocarbures lourds[2]	Hydrocarbures lourds	50 - 200	10 - 40
Hydrocarbures lourds	Hydrocarbures légers	150 - 300	30 - 60
Hydrocarbures légers	Hydrocarbures lourds	50 - 200	10 - 40
RÉFRIGÉRANTS			
Eau, méthanol, ammoniaque et solutions aqueuses	Eau	1 250 - 2 500	250 - 500
Hydrocarbures légers	Eau	370 - 730	75 - 150
Hydrocarbures moyens	Eau	250 - 610	50 - 125
Hydrocarbures lourds	Eau	25 - 730	5 - 75
Gaz	Eau	10 - 250	2 - 50
Eau	Saumure	500 - 1 000	100 - 200
Hydrocarbures légers	Saumure	200 - 500	40 - 100
RÉCHAUFFEURS			
Vapeur d'eau	Eau, méthanol, ammoniaque	1 000 - 3 400	200 - 700
Vapeur d'eau	Solutions aqueuses : $\mu < 2$ cPo	1 000 - 3 400	200 - 700
	$\mu > 2$ cPo	500 - 2 500	100 - 500
Vapeur d'eau	Hydrocarbures légers	500 - 1 000	100 - 200
Vapeur d'eau	Hydrocarbures moyens	250 - 500	50 - 100
Vapeur d'eau	Hydrocarbures lourds	30 - 300	6 - 60
Vapeur d'eau	Gaz	25 - 250	5 - 50
Dowtherm	Gaz	20 - 200	4 - 40
Dowtherm	Hydrocarbures lourds	30 - 300	6 - 60

ANNEXES

Annexe 3 : Caractéristiques des tubes d'échanges.

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR (in et mm)	BWG	ÉPAISSEUR (mm)	DIAMÈTRE INTÉRIEUR (cm)	SECTION (cm^2)	SURFACE (m^2/m)		POIDS (kg/m)
					extérieure	intérieure	
1/2 in (12,7 mm)	14	2,10	0,848	0,565	0,0399	0,0266	0,600
	16	1,65	0,940	0,694		0,0295	0,490
	18	1,24	1,021	0,819		0,0321	0,384
3/4 in (19,05 mm)	10	3,40	1,224	1,177	0,0598	0,0384	1,436
	12	2,77	1,351	1,434		0,0424	1,216
	14	2,10	1,483	1,727		0,0466	0,963
	16	1,65	1,575	1,948		0 0495	0,774
	18	1,24	1,656	2,154		0,0520	0,597
1 in (25,4 mm)	10	3,40	1,859	2,714	0,0798	0,0584	2,024
	12	2,77	1,986	3,098		0,0624	1,696
	14	2,10	2,118	3,523		0,0665	1,324
	16	1,65	2,210	3,836		0,0694	1,057
	18	1,24	2,291	4,122		0,0720	0,811
1 1/4 in (31,75 mm)	10	3,40	2,494	4,885	0,0997	0,0783	2,604
	12	2,77	2,616	5,375		0,0822	2,158
	14	2,10	2,743	5,909		0,0862	1,682
	16	1,65	2,845	6,357		0,0894	1,340
	18	1,24	2,921	6,701		0,0918	1,024
1 1/2 in (38,1 mm)	10	3,40	3,124	7,665	0,1197	0,0981	3,185
	12	2,77	3,251	8,300		0,1021	2,634
	14	2,10	3,378	8,962		0,1061	2,039
	16	1,65	3,480	9,512		0,1093	1,622
	18	1,24	3,556	9,931		0,1171	1,237

ANNEXES

Annexe 4: Disposition des tubes en triangle.

Shell D_s		Tube : 3/4'' Pitch=15/16''				Tube : 3/4'' Pitch=1''				Tube : 1'' Pitch=1 ¼''			
		Number of passes : nt				Number of passes: nt				Number of passes: nt			
(in)	(cm)	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8
8	20.3	32	26	24	18	30	24	24		16	16	14	
10	25.4	56	47	42	36	52	40	36		32	26	24	
12	30.5	98	86	82	78	82	76	74	70	52	48	46	44
13 ¼	33.7	114	96	90	86	106	86	82	74	66	58	54	50
15 ¼	38.7	160	140	136	128	138	122	118	110	86	80	74	72
17 ¼	43.9	224	194	188	178	196	178	172	166	118	106	104	94
19 ¼	48.9	282	252	244	234	250	226	216	210	152	140	136	128
21 ¼	54.0	342	314	306	290	302	278	272	260	188	170	164	160
23 ¼	59.1	420	386	378	364	376	352	342	328	232	212	212	202
25	63.5	506	468	446	434	452	422	394	382	282	256	252	242
28	68.6	602	550	536	524	534	488	474	464	334	302	296	286
29	73.7	692	640	620	594	604	556	538	508	376	338	334	316
31	78.8	822	766	722	720	728	678	666	640	454	430	424	400
33	83.8	938	878	852	826	830	774	760	732	522	486	470	454
35	88.9	1068	1004	988	958	938	882	864	848	592	562	546	532
37	94.0	1200	1144	1104	1072	1044	1012	986	870	664	632	614	598
39	99.0	1330	1258	1248	1212	1176	1128	1100	1078	736	700	688	672