

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université M'hamed Bougara Boumerdes
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



Département Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques

Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de master

Spécialité : *Génie des Procédés*

Option : *Hygiène Sécurité Environnement*

Thème

Analyse et programmation des résultats HAZOP par python sur une nouvelle ligne du drainage au niveau du complexe GL1/Z Arzew

Présenté par :

**DRID OUALID
ATBA TAQIY EDDINE**

Encadré par :

Mme BRIKI

Année universitaire : 2020/2021

Remerciement

*Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant
Et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste
travail.*

J'associe à ces remerciements, Chef de division

HSE Arzew et à tous les responsables de la division,

Ainsi que tout le personnel du complexe GLIZ qui m'a aidé, conseillé et guidé.

*Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt
qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de
l'enrichir par leurs propositions. et notre encadreurs madame BRIKI pour leur*

Aide précieuse

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de
près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Et un remerciement spécial pour monsieur MAMRI pour leur encouragement

Dédicace

Nous dédions ce mémoire à :

Nos parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes sœurs et mes frères qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

*Tous mes amis et tous ceux que je connais
Ceux qui ont contribué à ma formation durant tout mon parcours.*

Sommaire

Remercîment

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation du complexe GL1/Z

| | |
|---|------------------------------|
| INTRODUCTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.1 PRESENTATION DE LA SONATRACH | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.2 HISTORIQUE DU COMPLEXE GL1/Z | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.3 DESCRIPTION DU COMPLEXE GL1/Z | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.4 FICHE TECHNIQUE DU COMPLEXE | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.5 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU COMPLEXE | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.6 ORGANISATION DU COMPLEXE..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.7 DESCRIPTION DES DEPARTEMENTS..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.7.1 DEPARTEMENT SECURITE | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.8 DESCRIPTION DES ZONES DE COMPLEXE GL1Z . | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.8.1. ZONE UTILITES | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.8.2. ZONE PROCEDE : | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| I.8.2.1 Les principales sections de liquéfaction du gaz naturel ... | ERROR! Bookmark not defined. |
| I.8.3. ZONE STOCKAGE..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| Conclusion..... | 16 |

Chapitre II : La procédure de traitement et liquéfaction de gaz

| | |
|--|------------------------------|
| INTRODUCTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.1 GENERALITE SUR LE GAZ NATUREL | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.1.1 INTRODUCTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.1.2 LES DIFFERENTS TYPES DE GAZ NATUREL..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.1.3 COMPOSITION CHIMIQUE DE GAZ NATUREL | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.1.4 LE GNL | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |

| | |
|--|-------------------------------------|
| II.1.4.1. Propriétés physico-chimiques du GNL ^[5] | Error! Bookmark not defined. |
| II.2 TRAITEMENT DE GAZ NATURE | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.2.1. INTRODUCTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.2.2. TECHNIQUES DE TRAITEMENT DE GAZ ^[4] | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.3 METHODE DE TRAITEMENT UTILISE DANS GL1/Z.. | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.3.1. DECARBONATATION (ELIMINATION DU CO ₂)..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.3.1.1. MEA | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.1.2. Absorption | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.1.3. Régénération | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.2. DESHYDRATATION..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.3.2.1. Composants utilisé dans la déshydratation ^[3] | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.2.2. Adsorption | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.2.3. La régénération | Error! Bookmark not defined. |
| II.3.3. DEMERCURISATION..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.4 SECTION SEPARATION DES LOURDS ET LIQUEFACTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.4.1. PRE REFROIDISSEMENT..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.4.2. SEPARATION DES LOURDS | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.5 LIQUEFACTION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.5.1. BOUCLE PROPANE..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.6 SECTION DE FRACTIONNEMENT | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.6.1. SECTION DE DEMETHANISATION | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.6.2. SECTION DE DE-ETHANISATION..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.6.3. SECTION DE DEPROPANISATION..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.6.4. SECTION DE DEBUTANISATION..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| II.7 STOCKAGES ET CHARGEMENTS..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| Conclusion..... | 41 |

Chapitre III : Application de La méthode HAZOP

| | |
|------------------------------------|-----------|
| INTRODUCTION..... | 42 |
| III.1. OBJECTIF..... | 42 |
| III.2. RESPONSABILITES..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| III.2.2. COORDINATOR HAZO..... | 42 |
| III.3. ÉQUIPE D'ETUDE HAZOP..... | 43 |
| III.4 QU'EST-CE QUE HAZOP..... | 44 |
| III.5 AVANTAGES DE L'ETUDE HAZOP..... | 44 |
| III.6 PROCEDURE D'HAZOP..... | 45 |
| III.6.1. DEROULEMENT..... | 45 |
| III.6.2. EXPLICATION..... | 46 |
| III.6.3. INFORMATIONS EXIGEEES..... | 48 |
| III.7 CE QU'IL FAUT FAIRE ET NE PAS FAIRE..... | 49 |
| III.8. ENREGISTRER LES RESULTATS..... | 49 |
| III.9. SUIVI..... | 49 |
| III.10. DEFINITIONS..... | 50 |
| III.11. Mots-clés basic HAZOP..... | 51 |
| | |
| III.12. DEROULEMENT DE L'ETUDE HAZOP | 53 |
| III.12.2. PREOCCUPATIONS..... | 53 |
| III.12.3. ANALYSE | 53 |
| III.12.4. MODIFICATION PROPOSEE | 53 |
| III.12.5. REALISATION DE LA MODIFICATION..... | 54 |
| III.12.6. FEUILLE DE TRAVAIL DE L'ETUDE HAZOP | 55 |
| | |
| Tbleau1..... | 56 |
| Tableau2..... | 58 |
| | |
| Tableau3..... | 59 |
| | |
| III.13. PYTHON ^[9] | 60 |
| III.13.1. INTRODUCTION..... | 60 |
| III.13.2. UTILISATION DE PYTHON ^[9] | 60 |
| III.13.3. AVANTAGES DE PYTHON ^[9] | 60 |
| III.13.4. DESCRIPTION DE PROGRAMME | 62 |
| III.13.5. Quelques figures représentatives la méthode d'exécution de notre programme ... | 63 |
| | |
| Conclusion..... | 66 |
| | |
| Annexe | |
| | |
| Bibliographie | |

Liste des figures

| Figure | Titre | Page |
|---------------------|--|-------------|
| Figure I-1 | vue général du complexe GL1/Z. | 07 |
| Figure I-2 | Situation géographique du complexeGL1/Z. | 08 |
| Figure I-3 | Plan générale du complexe GL1/Z. | 09 |
| Figure I-4 | Organisation du complexe GL1/Z. | 10 |
| Figure I-5 | Organisation du Département Sécurité. | 11 |
| Figure I-6 | Description du Complexe GL1Z. | 12 |
| Figure I-7 | Les principales étapes de liquéfaction du gaz naturel. | 14 |
| Figure I-8 | Schéma de la section décarbonatation. | 15 |
| Figure I-9 | Schéma Générale de liquéfaction du GN | 15 |
| FigureII-1 | Absorbeur MEA | 24 |
| Figure II. 2 | Circuit de La régénération de la MEA | 25 |

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figure II .3 | Boucle de propane | 30 |
| Figure II.4 | Tour de lavage | 31 |
| Figure II. 5 | Liquéfaction 1 | 32 |
| Figure II.6 | Section de déméthanisation | 35 |
| Figure II.7 | Section de dé-éthanisation | 36 |
| Figure II.8 | Section de dépropanisation | 37 |
| Figure II.9 | Section de débutanisation | 38 |
| Figure III.1 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 63 |
| Figure III.2 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 63 |
| Figure III.3 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 64 |
| Figure III.4 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 64 |
| Figure III.5 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 65 |
| Figure III.6 | figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme | 65 |

Liste des tableaux

| Tableau | Titre | Page |
|----------------------|--|-------------|
| Tableau I.1 | : Description des départements | 11 |
| Tableau II.1 | : Composition du Gaz Naturel. | 21 |
| Tableau II.2 | : Conditions de Stockage du GNL | 22 |
| Tableau II.3 | : Les séries d'opérations de traitement pour éliminer les éléments nocifs. | 22 |
| Tableau II.4 | Propriétés du MEA. | 25 |
| Tableau II.5 | La composition du GNL | 34 |
| Tableau II.6 | Les caractéristiques générales de la section de fractionnement | 40 |
| Tableau III.1 | tableau de HAZOP | 49 |
| Tableau III.2 | mots-clés basic HAZOP | 51 |
| Tableau III.3 | les déviations | 52 |

Introduction générale

L'industrie pétrolière est à l'origine de nombreux accidents dont les conséquences sont souvent graves et dramatiques sur l'homme, les installations, l'environnement et l'économie.^[1]

La survenance de ces catastrophes fait l'objet de plusieurs normes et textes réglementaires nationaux et internationaux afin de mieux gérer et maîtriser les risques industriels et/ou réduire les risques industriels et établir des barrières de sécurité fiables.^[1]

Une des exigences posées par ces textes est l'importance de mettre en place des systèmes d'identification des dangers et d'évaluation continue des risques industriels ; notamment dans les étapes de conception, d'exploitation et d'extension ou de transformation^[1]

Problématique

Après plus de trente d'année d'exploitation des trains de liquéfaction de gaz naturel au niveau du complexe GL1Z et vu l'expérience acquise dans ce domaine, une demande de modification a été initiée par le département production pour l'ajout d'une ligne au fond de la colonne DEBUTANISEUR vers rejet liquide et ce afin d'éviter la vidange du produit non conforme de la colonne vers la sphère ou à l'atmosphère. Aussi pour créer une circulation de gaz de dégivrage dans partie fond de la colonne en cas de présence de résidu d'hydrocarbure liquide ou d'eau.

Pour assurer le drainage des produits du fond de la colonne DEBUTANISEUR en toute sécurité et permettre au complexe de réduire l'autoconsommation, une étude de sécurité sur schémas de circulation des fluides, HAZOP (Hazard And Operability Study) a été réalisée.

Selon la méthodologie stipulée dans le référentiel de SONATRACH relative à « l'identification des dangers et d'évaluation des risques ». Afin de mettre en œuvre notre démarche nous avons choisi un équipement important et les objectifs de notre projet sont résumés dans les points suivants :

Satisfaire aux exigences du référentiel de SONATRACH relative à « l'Identification des Dangers et Evaluation des Risques HSE » en mettant en œuvre de l'une des techniques d'évaluation des risques cités dans le référentiel qui est l'étude HAZOP ; et Etablir un cas pratique de l'étude HAZOP sur la section de Colonne

DEBUTANISATION X10-F-07.51 de l'unité GLZ1 pour l'identification des scénarios d'accidents majeurs, et chercher des solutions ou des améliorations pour maintenir l'équipement dans un niveau de sécurité très hauts, et aussi on essayera un nouveau programme qui nous aidera dans l'évaluation des risques par la méthode HAZOP initiée au cours de ce travail.

Chapitre I : Présentation du complexe GL_1/\mathbb{Z}

Introduction

L'identification et la description de complexe et de lieu de travail est la plus importante étape dans la méthodologie d'évaluation des risques.

Ce chapitre a pour objet de présenter SONATRACH et le complexe GL1/Z et leurs unités et départements.

Le GL1/Z est un complexe de liquéfaction relevant du groupe SONATRACH dont l'objectif est le traitement du gaz naturel (GN) provenant des champs gaziers de HASSI-R'MEL pour produire du gaz naturel liquéfié (GNL) destinés au marché international. ^[3]

I.1 Présentation de la SONATRACH

SONATRACH est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement de l'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités d'investissement se présentent. Avec un chiffre d'affaire de 4303 milliards de dinar en 2019. ^{[2][1]}

SONATRACH est la première entreprise en Afrique et la 11ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2ème exportateur de GNL et du GPL et 3ème exportateur du gaz naturel. ^[1]

A sa création en 31/12/1963, sa mission se limitait à la prise en charge de transport et de la commercialisation des hydrocarbures. Une mission qui est par la suite étendue à toutes les activités de la chaîne pétrolière, à savoir l'exploration, la production, le transport, le raffinage et la distribution. Ces dernières sont scindées en deux secteurs : Amont et Aval. ^[1]

Depuis plus de 50 ans, SONATRACH joue pleinement son rôle de locomotive de l'économie nationale. Elle a pour mission de valoriser les importantes réserves en hydrocarbures de l'Algérie. Cet acteur majeur de l'industrie pétrolière, surnommé la major africaine, tire sa force de sa capacité à être un groupe entièrement intégré sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures. ^[1]

Dans l'Amont, SONATRACH opère, en effort propre ou en partenariat avec des compagnies pétrolières étrangères, des gisements parmi les plus importants du monde dans différentes régions du Sahara algérien : HASSI MESSAOUD, HASSI R'MEL, HASSI

BERKINE, OURHOUD, TIN FOUYE TABANKORT, RHOURE NOUSS, IN SALAH ET IN AMENAS. ^[1]

Dans l'Aval, SONATRACH compte six raffineries en activité sur le territoire et deux complexes pétrochimiques, quatre complexes Liquéfaction GNL et deux complexes Séparation GPL. ^[1]

SONATRACH emploie sur le territoire national près de 50 000 employés permanents et plus de 200.000 personnes à l'échelle du Groupe.

Le Groupe compte 154 filiales et participations dont une quinzaine détenues à 100 % et œuvrant au quotidien à la valorisation de la chaîne de valeur pétrolière et gazière du pays. Parmi celles-ci, figurent notamment l'Entreprise Nationale de Géophysique « ENAGEO », l'Entreprise Nationale de Forage « ENAFOR », l'Entreprise Nationale de Grands Travaux Pétroliers « ENGTP », ou la société nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers « NAFTAL ». ^[1]

En matière de transport, le Groupe dispose d'un réseau de canalisations extrêmement dense qui s'étend aujourd'hui sur près de 22 000 kilomètres sur le territoire national. La Compagnie a également aménagé quatre ports pétroliers de chargement d'hydrocarbures : Alger, Arzew, Bejaia et Skikda afin de permettre le chargement et le déchargement de gros tankers d'une capacité de 80 000 à 320 000 TM et de méthaniers. ^[1]

I.2 Historique du complexe GL1/Z

La mission dévolue à l'entreprise SONATRACH, lors de sa création le 31 décembre 1963; est le transport et la commercialisation des hydrocarbures algériens compte tenu des immenses disponibilités que recèle le sous-sol algérien en gaz naturel. ^[3]

Cette mission a, par la suite, été élargie à la mise en œuvre de toutes les formes possibles que pouvait prendre la valorisation de cette richesse, et c'est dans le cadre de cette politique, que le 09 octobre 1969 un contrat a été signé entre la SONATRACH et la société américaine El Paso (Naturel GAS COMPANY) , portant sur la livraison de dix milliards de mètres cubes de gaz naturel liquéfié par année pendant une durée de vingt-cinq ans. ^[3]

Pour la réalisation de ce contrat, une usine appelée Project GNL1 a été créée par décision n° A.0016 d'avril 1971 et actuellement dénommée le complexe GL1/Z. Sa construction fut confiée par la SONATRACH à la société américaine CHEMICO suite à la

signature du contrat les liant en date du 26 avril 1971, la date de démarrage des travaux eut lieu le 16 juin 1973. Cette société a abandonnée le 20 novembre 1975, en plein déroulement du chantier après trente et un mois d'exécution. La SONATRACH a confié alors, par contrat signé le 21 janvier 1976, l'achèvement de la construction du complexe à la société américaine Bechtel à partir de mai 1976, l'entrée en exploitation du complexe ayant débuté le 25 novembre 1978. ^[3]

La phase de rénovation est lancée par la signature du contrat entre la SONATRACH et la société américaine Bechtel en date 04 février 1991. Les travaux ont été entrepris par la même société en septembre 1993, et sont supervisés par une direction de projet attachée à la Division Etude et Développement de la Branche Aval. ^[3]

I.3 Description du complexe GL1/Z

Le GL1/Z est un complexe de liquéfaction relevant du groupe SONATRACH dont l'objectif est le traitement du gaz naturel (GN) provenant des champs gaziers de HASSI- R'MEL pour produire du gaz naturel liquéfié (GNL) destinés au marché international. Le complexe GL1/Z s'étend sur une superficie de soixante-douze (72) hectares dont 56 (cinquante-six) hectares occupés par les installations, situé à 40 km à l'ouest d'Oran et à 8 km au sud-est d'Arzew. Il a été conçu et réalisé par la société américaine « BECHTEL » en 1976. Il est entré en production en février 1978 et il a été rénové en 1995 avec l'implantation d'un nouveau système de contrôle distribué (D.C.S). ^[3]



Figure I.1 : vue général du complexe GL1/Z. ^[3]

I.4 Fiche technique du complexe

Localisation : commune de BETHIOUA.

Superficie : Le complexe GL1Z s'étend sur une superficie de 72 hectares.

Objet : Traitement de 10.5 milliards de m³ de Gaz Naturel (GN) par an.

Capacité totale de stockage : 3 Bacs aériens de stockage GNL : 100.000 m³ chacun.

Une sphère de stockage de Gazoline : 3280 m³

Produits : Gaz Naturel Liquéfié et Gazoline.

Constructeur : La construction du complexe a été réalisée par l'entrepreneur BECHTEL INC (USA).

Date de mise en production : La date de mise en production du premier train a eu lieu le 20 février 1978.

Capacité contractuelle de production : GNL : 17,563 Millions M3/An

Gazoline : 123.000 Tonnes/An

Capacité installée : GNL : 19,425 Millions M3/An

Gazoline : 136.000 Tonnes/An

Principaux clients : USA, France, Belgique, Italie, Espagne.

Le complexe GL1Z comprend principalement :

- 6 unités de liquéfaction
- Les utilités
- Le stockage et chargement de GNL
- Une salle de contrôle DCS pour le contrôle des installations de l'usine. ^[3]

I.5 Situation géographique du complexe

Le complexe GL1/Z est situé au nord-ouest du pays à 40 Km de la ville d'Oran à côté d'un petit village au bord de la mer méditerranée nommée "BETHIOUA" sur une superficie de 72 hectares dont 56 sont occupés par les installations. ^[3]



Figure I.2 : Situation géographique du complexe GL1/Z ^[3]

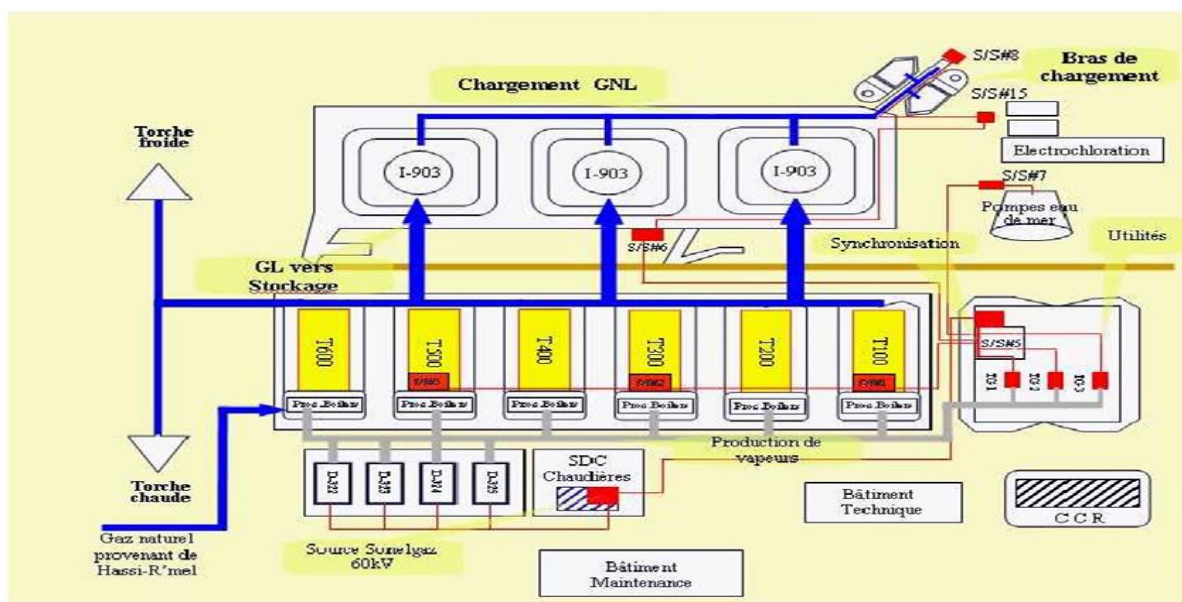


Figure I.3 : Plan générale du complexe GL1/Z ^[3]

I.6 Organisation du complexe

Le complexe GL1/Z se divise en deux sous-directions à savoir :

- Sous-direction de l'exploitation : qui comprend le département production, le département maintenance et le département des approvisionnements.
- Sous-direction du personnel : comprend le département ressources humaines, le département moyen généraux et le département personnel.^[3]

Les départements liés directement avec la direction dites structure de contrôle sont :

- Le département technique
- Le département finance
- Le département sécurité
- Le département travaux neufs

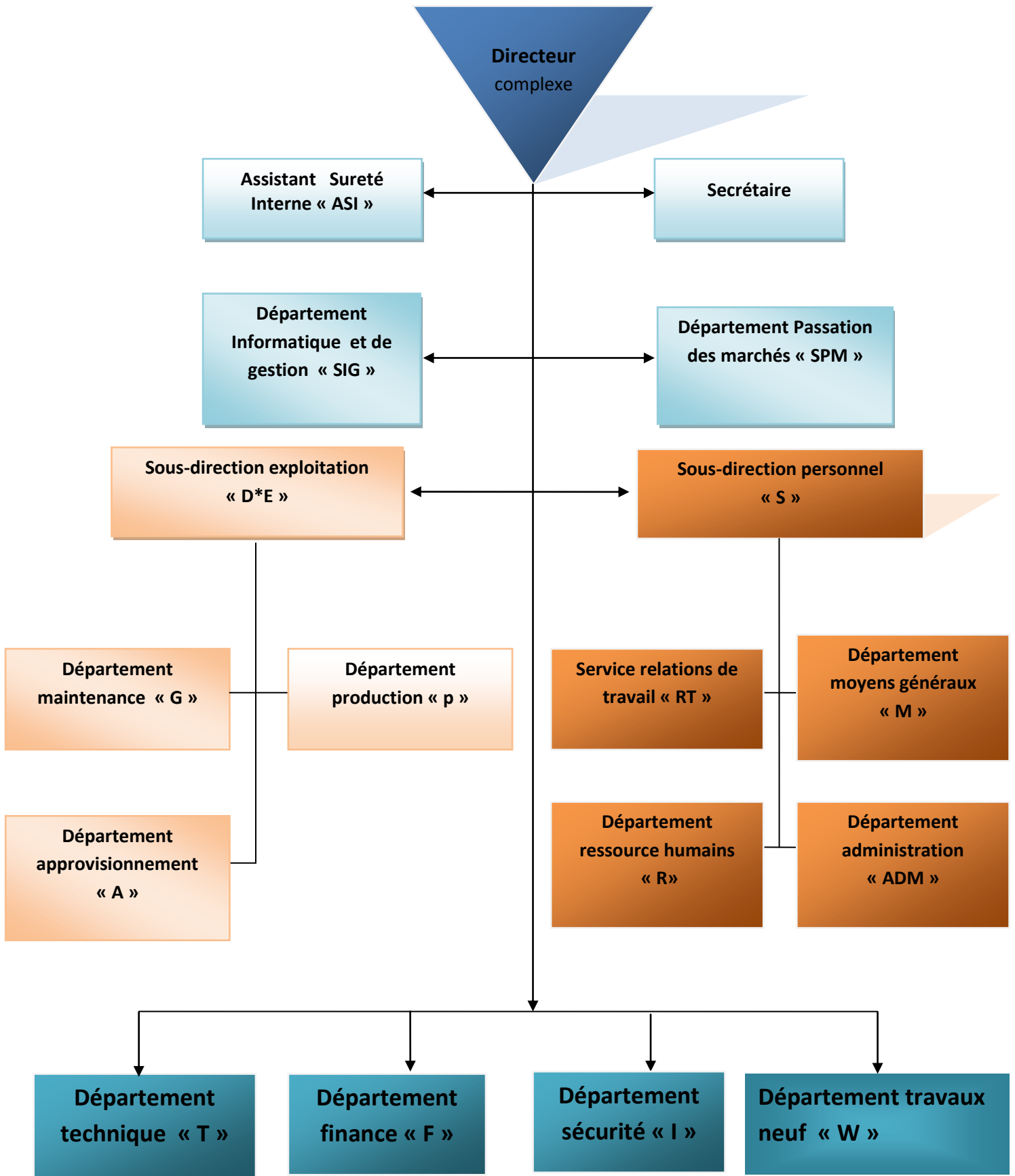


Figure I.4 : Organisation du complexe GL1/Z ^[3]

I.7 Description des Départements

Tableau I.1 : Description des départements ^[3]

| Code | Désignation | Code | Désignation |
|------|------------------|------|----------------------|
| I | Sécurité | ADM | Administration |
| F | Finance | A | Approvisionnement |
| T | Technique | G | Maintenance |
| M | Moyens Généraux | P | Production |
| R | Ressource Humain | R.T | Relations de Travail |

I.7.1 Département Sécurité

Le département Sécurité HSE, est un des points vitaux du complexe GL/1Z. La sécurité humaine et industrielle reste primordiale ; C'est pour ainsi dire un des soucis majeurs de ce département. Il compte trois (03) principaux services : Prévention, Intervention et Environnement. ^[3]

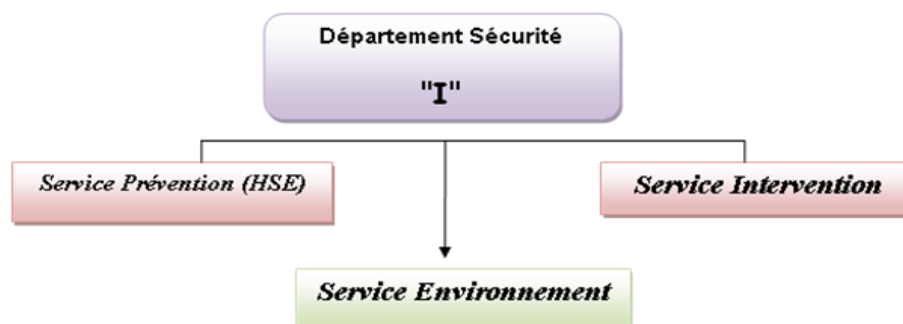


Figure 1.5 : Organisation du Département Sécurité ^[3]

I.8 Description des zones de Complexe GL1Z

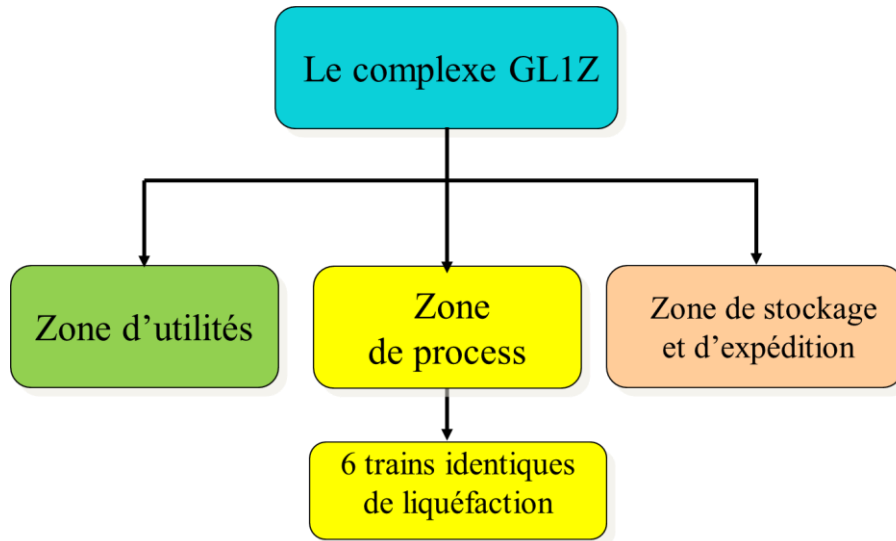


Figure 1.6 : Description du Complexe GL1/Z ^[3]

I.8.1. Zone Utilités

Cette zone est primordiale pour la production du GNL, elle assure le démarrage et le bon fonctionnement des six (06) trains (unités de liquéfaction) par la production et la fourniture des différentes énergies ; ^[3]

Electricité : L'électricité du complexe fournie par (03) turbogénérateurs ; Les turbogénérateurs : R-301, R-302 et R-303 sont des unités identiques d'une puissance de 18 MW qui reçoivent une alimentation en vapeur sous 62 bars, fonctionnent à une vitesse constante de 3000 tr/mn pour produire une énergie de 5500 V / 50 Hz. Les besoins du complexe sont de l'ordre de 36 Méga watts, en plus de la production des TG, le complexe dispos d'une source complémentaire (réseau SONELGAZ) pour une éventuelle compensation de l'énergie en cas de nécessité. ^[3]

Vapeur : est fournie par un ensemble de chaudières de différents tonnages réparties comme suit :

- Trois (03) chaudières HP de 90 Tonnes/Heure chacune au niveau des utilités.
- Une (01) chaudière BP de 58 T/H au niveau des utilités.
- Dix-huit (18) chaudières HP de 136 T/H situées dans la zone procès, trois chaudières à chaque train, mais actuellement reste 10 en marche.

- Six (06) nouvelles chaudières HP, quatre (04) chaudières MHI et deux (02) chaudières (IHI) de 400 tonnes /heure chacune à 62 bars avec une température de l'ordre de 442 degrés. La production de la vapeur est utilisée pour le fonctionnement des turbines (Turbogénérateurs, Turbocompresseurs et Turbopompes).^[3]
- **Eau dessalée** : elle est fournie par cinq (05) unités de dessalements produisant chacune 45 T/H utilisée pour la production de la vapeur.^[3]
 - **Air** : il est fourni par quatre (04) compresseurs et séché par deux sècheurs d'air fonctionnant à tour de rôle. COMPLEXE GL 1/Z 11.^[3]
- **Eau de mer** : elle est fournie par six (06) pompes d'eau de mer, cet eau est utilisée comme réfrigérant dans les différentes unités ainsi pour la production de l'eau dessalée.^[3]
- **Azote** : l'Azote est utilisé comme fluide de sécurité pour les opérations d'inertie lors du démarrage des unités d'exploitation.^[3]

I.8.2. Zone Procédé :

Cette zone se compose de six unités (trains) de liquéfaction du GN identique et indépendantes fonctionnant en parallèle. Chaque train comporte divers équipements répartis sur différentes sections, pour assurer le traitement du GN. Dans chaque train le GN est traité pour éliminer le gaz carbonique et la vapeur d'eau, il est ensuite réfrigéré pour en extraire les hydrocarbures lourds avant être finalement liquéfier. Chaque train de liquéfaction a une capacité de production de 8879 m3/jours.^[3]

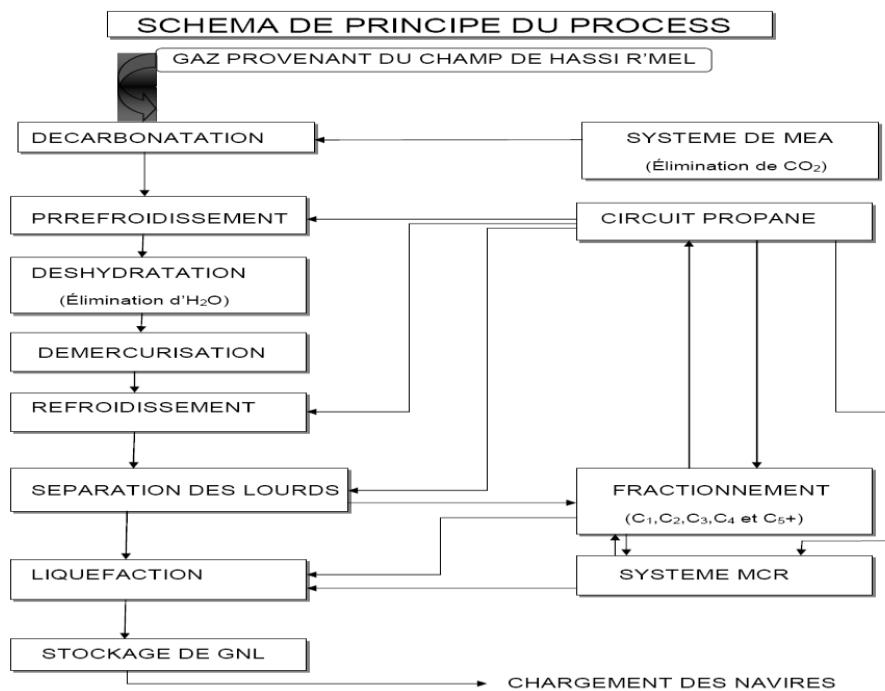


Figure I.7 : Les principales étapes de liquéfaction du gaz naturel.^[3]

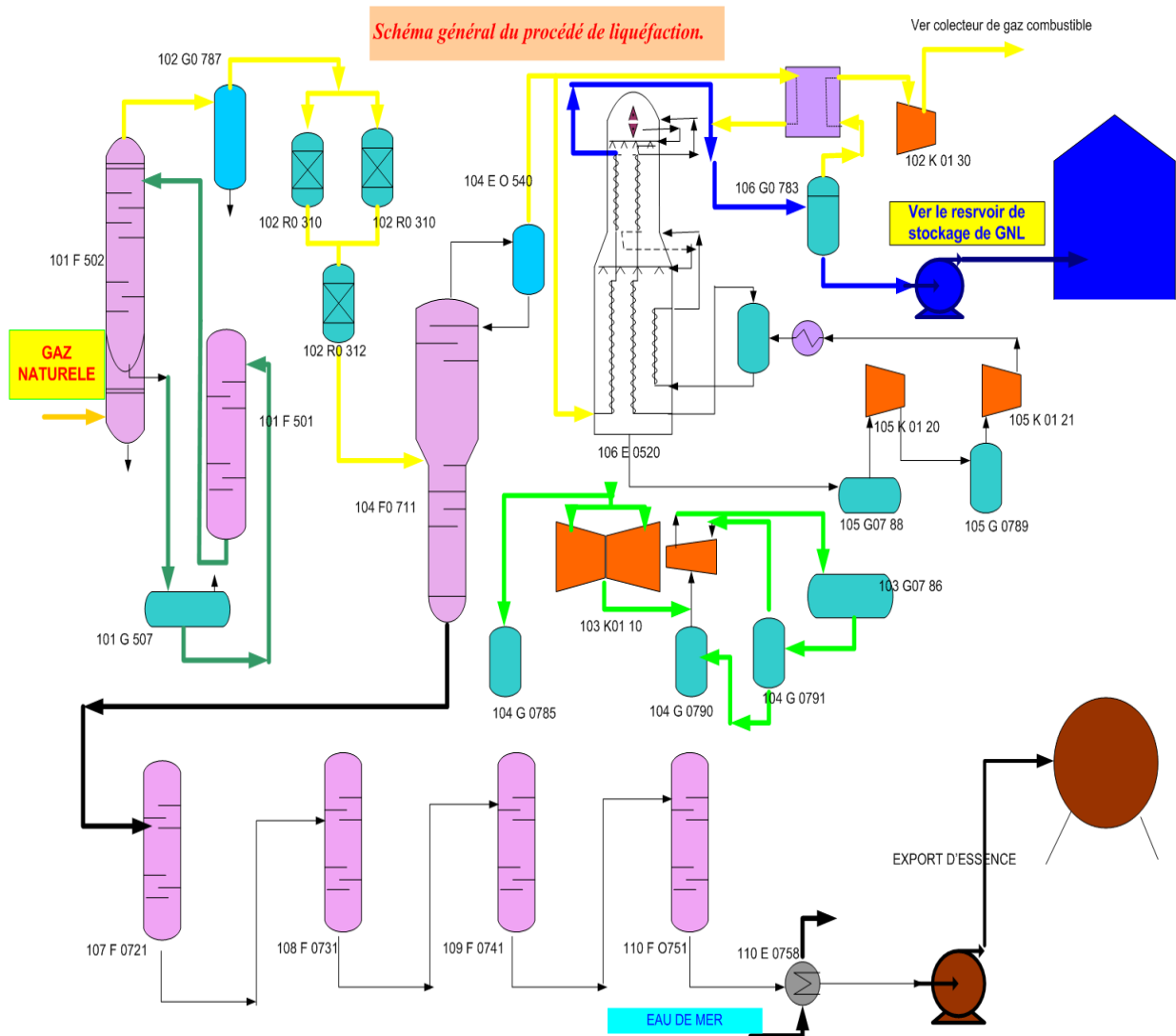


Figure I.9 : Schéma Générale de liquéfaction du GN ^[3]

I.8.3. Zone stockage

Le GNL produit est stocké dans trois bacs (I-901, I-902etI-903), chacun de capacité de 100 000m³ sous une pression de 1.03 bars (effectif) et une température de -162 °C. Les installations de chargement composées essentiellement de cinq bras de chargement/quai, permettent le transfert du GNL contenu dans les bacs de stockage vers les cuves des méthaniers des deux quais par cinq pompes de chargement, avec un débit de chargement de 10 000m³/h. (des informations de la part des ingénieurs et techniciens de complexe GLZ1). ^[3]

Conclusion

Après une description détaillée de complexe GL1/Z et leurs unités et départements nous avons constaté que l'identification et la description de complexe est une étape très importante dans le processus de gestion et évaluation et maîtrise des risques industriels.

Dans le chapitre qu'il suit, on va montrer la démarche de procès de traitement de gaz dans le complexe GL1/Z.

Chapitre II : La procédure de traitement et liquéfaction de gaz

Introduction

Le complexe GNL1/Z utilise une procédé de liquéfaction type APCI avec une capacité de production théorique de 53220 m³/jour de GNL ; cela pour les six trains existant à raison de 8870 m³/jour de GNL pour chaque train.

Les composants du GN tels que le gaz carbonique, la vapeur d'eau et les hydrocarbures lourds ont tendance à se solidifier aux zones cryogéniques de l'usine provoquant l'obstruction au niveau des équipements(l'échangeurs principales, colonnes...) pour cela ces composants doit d'abord être éliminer dans une séries d'unités de traitement avant que le gaz naturel ne puisse être liquéfié.

La section fractionnement a pour but de séparer le produit de fond de la tour de lavage afin d'alimenter le circuit de réfrigération et d'appoint dans les différentes sections du procès.

II.1 Généralité sur le gaz naturel

II.1.1 Introduction

Le gaz naturel est une source d'énergie primaire bien répartie dans le monde, propre et de plus en plus utilisée. Dispose de nombreuses qualités : abondance relative, souplesse d'utilisation, qualités écologiques, prix compétitif. La mise en œuvre de cette énergie repose sur la maîtrise technique de l'ensemble de la chaîne gazière, qui va de l'extraction aux utilisateurs, en passant par le stockage, le transport et la distribution.

Le gaz naturel est une énergie fossile comme la houille, le charbon ou le lignite. C'est un mélange dont le constituant principal, de 75 % à 95 %, est le méthane (CH₄). Il est donc composé majoritairement d'hydrogène et de carbone, d'où son nom d'hydrocarbure. ^[4]

On distingue plusieurs types de gaz

II.1.2 Les différents types de gaz naturel

•Gaz sec

Dans les conditions de production de ce gaz, il n'y a pas une formation de phase liquide, le gaz est concentré en méthane et contient très peu d'hydrocarbures plus lourds que l'éthane. ^[4]

•Gaz humide

Un gaz est dit humide s'il y a production de phase liquide en surface, un tel gaz est normalement moins concentré en méthane qu'un gaz sec. ^[4]

•Gaz à condensât

Dans le cas d'un gaz à condensât, une phase liquide peut se former dans le réservoir au cours de la production, la phase condensée. ^[4]

•Gaz associé

C'est un gaz de couverture qui coexiste avec la phase d'huile dans le réservoir d'huile (Gisement de pétrole). ^[4]

II.1.3 Composition chimique de gaz naturel

Le constituant principal du gaz naturel est le méthane CH_4 et on peut le trouver en quantité extrêmement variable d'un gisement à un autre :

- Des hydrocarbures plus lourds que le méthane (de C_2 à C_8).
- Du dioxyde de soufre SO_2 .
- Du sulfure d'hydrogène appelé aussi gaz acide H_2S .
- Du dioxyde de carbone CO_2 .
- De l'azote N_2 .
- Parfois de petites quantités d'Hélium (He) et de Mercure (Hg). ^[4]

Le tableau suivant montre la composition du gaz naturel provenant de HASSI R'MEL à une pression de 45 bars et à une température de 25 à 30 °C.

Tableau II.1 : Composition du Gaz Naturel ^[3]

| Composants | Pourcentage molaire moyen |
|---|----------------------------------|
| Azote (N ₂) | 5.80 |
| Hélium (He) | 0.19 |
| Dioxyde de carbone (CO ₂) | 0.21 |
| Méthane (CH ₄) | 83.00 |
| Ethane (C ₂ H ₆) | 7.10 |
| Propane (C ₃ H ₈) | 2.25 |
| Isobutane (iC ₄ H ₁₀) | 0.40 |
| Normal-Butane (nC ₄ H ₁₀) | 0.60 |
| Iso-Pentane (iC ₅ H ₁₂) | 0.12 |
| Normal-Pentane (nC ₅ H ₁₂) | 0.15 |
| Essences (C ₆ ⁺) | 0.18 |

- Pouvoir calorifique supérieur (PCS) = **9450 ± 30 Kcal/m³**
- Teneur en eau = **38 ,00 ppm**
- Soufre = non mesurable quantitativement
- Le mercure est présent dans le gaz naturel mais avec des quantités de l'ordre de nano gramme par NM3. ^[3]

II.1.4 Le GNL

Le GNL, ou gaz naturel liquéfié, est le même gaz naturel que celui que nous utilisons dans nos maisons pour le chauffage. Sauf qu'avant d'être envoyé dans les réseaux de distribution du Pays, il est transporté et stocké sous forme liquide plutôt que sous forme de gaz. Cet état liquide est atteint lorsque le gaz est refroidi à une température d'environ -160°C à pression atmosphérique. Cela lui permet d'occuper 600 fois moins de volume qu'avant refroidissement pour un même pouvoir calorifique. La première chaîne commerciale de GNL a démarré en 1964 avec la mise en service de la première usine de liquéfaction, la CAMEL, à

Arzew en Algérie, et ce pour alimenter le terminal de CANVEY ISLAND en Grande Bretagne. ^[5]

Ce tableau suivant montre les conditions de stockage du GNL selon les normes des sécurités

Tableau II.2 : Conditions de Stockage du GNL ^[3].

| | |
|-------------------------|-------------|
| Masse molaire (g/mole) | 18.2 |
| Pression (bars absolus) | 1.03 |
| Température (°C) | -162 |

II.1.4.1. Propriétés physico-chimiques du GNL ^[5]

- Le GNL est principalement constitué de méthane (de 87% à 99% en moles).
- Le point d'ébullition du GNL varie avec sa composition, généralement -162 ° C à la pression atmosphérique.
- Sous l'état liquide, il occupe environ 1/600ème de volume à l'état gaz tout en, gardant son pouvoir calorifique.
- Le GNL est incolore (ressemble à de l'eau), inodore, non corrosif et non toxique.
- La masse volumique du GNL est entre 430 kg/m³ et 470 kg/m³, soit à moitié moins dense que l'eau
- Le GNL est non-inflammable à l'état liquide.

Ce tableau présente Les séries des opérations de traitement pour éliminer les éléments nocifs, conserver ceux qui peuvent être commercialisés.

Tableau II.3 : les séries d'opérations de traitement pour éliminer les éléments nocifs. ^[3]

| PRODUIT | PROPORTION MOYENNE | TEMPERATURE D'EBULLITION | OBSERVATIONS |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------|--|
| C ₁ H ₄ | 83 % | -160°C | Teneur spécifiée, à contrôler |
| C ₂ H ₆ | 7 % | -90°C | |
| C ₃ H ₈ | 2 % | -45°C | Commercialisés à part |
| C ₄ H ₁₀ | 1.5 % | -12°C | |
| C ₅ + | 0.5 % | - | |
| CO ₂ | 0.24 % | -80°C | Bouchage à basse température, à éliminer |
| N ₂ | 5.5 % | -196°C | Commercialisé à part |
| He | 0.17 % | -270°C | |
| H ₂ O | 50 ppm | +100°C | Risque de bouchage, à éliminer |
| Mercure (Hg) | < 1 µg/Nm ³ | - | Corrosif pour le matériel, à contrôler |

II.2 Traitement de gaz nature

II.2.1. Introduction

Le gaz naturel est une énergie d'utilisation souple, offrant des réserves abondantes et émettant moins de CO₂ que le pétrole pour une même quantité d'énergie dégagée. À ce titre, il joue un rôle important dans la transition énergétique en attendant le déploiement de nouvelles énergies à contenu moindre en carbone. Le gaz naturel permet d'aider à répondre à l'accroissement de la demande énergétique mondiale, tout en répondant aux besoins de respect de l'environnement.

Le marché du gaz naturel est en croissance, avec une prévision d'une augmentation de la demande en gaz de 1,6 % pour le gaz naturel et de 3 % pour le gaz naturel liquéfié. Afin de répondre à cette demande, à un horizon 2035, les capacités de traitement à installer constituent un enjeu majeur pour les opérateurs gaziers et pour les fournisseurs de technologies. ^[6]

La chaîne de traitement du gaz naturel, depuis la tête de puits jusqu'à une utilisation commerciale, comporte plusieurs étapes successives qui vont dépendre de la nature du gaz (composition H₂S, CO₂, COS, mercaptans, hydrocarbures lourds, aromatiques...), des conditions de disponibilité (température, pression, débit), de l'application visée (gaz naturel liquéfié ou non) et des spécifications imposées, du fait de l'application visée mais aussi variables selon les pays. Le choix des technologies est donc dépendant de critères techniques mais aussi de critères économiques. ^[6]

L'objectif de la chaîne de traitement du gaz est de :

- désacidifier le gaz brut (élimination du CO₂ et de l'H₂S) afin de répondre aux spécifications requises pour une utilisation, mais aussi afin de pouvoir transporter le gaz ou le liquéfier ;
- éliminer les composés soufrés tels que les mercaptans, le sulfure de carbone (COS) ou le disulfure de carbone (CS₂) qui sont présents en faibles teneurs mais contribuent à la teneur en soufre total dans le gaz ;
- déshydrater le gaz ;
- dégaser le gaz traité afin de récupérer les hydrocarbures liquides valorisables ;
- traiter le gaz acide issu de l'étape de désacidification par une chaîne de production du soufre permettant de minimiser les rejets de gaz soufrés à l'atmosphère (H₂S, SO₂).^[6]

II.2.2. Techniques de traitement de gaz^[4]

Les techniques de traitement de gaz sont multiples, et le choix de l'une d'elles se base sur les critères suivants :

- Taux de récupération visé
- Coût global de l'investissement

Les procédés les plus utilisés sont^[4]

Procédé PRICHARD

Procédé HUDSON

Procédé mixte (PRICHARD et HUDSON)

II.3 Méthode de traitement utilisé Dans G1/Z

II.3.1. Décarbonatation (Elimination du CO₂)

Le gaz naturel venant de HASSI R'MEL passe à travers une vanne coupe-feu installée à la limite de l'usine et qu'on doit fermer en cas d'incendies pour minimiser les dégâts, ensuite il passe par un collecteur commun pour alimenter les six trains de liquéfaction.

Le gaz brut d'alimentation passe d'abord dans la section épuration située en bas de la colonne d'adsorption où tous les hydrocarbures lourds liquides contenus dans le gaz sont éliminés. Les hydrocarbures lourds liquides sont envoyés vers le décanteur.^[3]

Ce procédé permet d'éviter que les hydrocarbures lourds liquides ne contaminent la solution de mono éthanol amine (MEA) ce qui provoquera le moussage dans le système d'absorption et de régénération. ^[3]

II.3.1.1. MEA

Selon le tableau II.4 La solution mono éthanol amine est un produit organique ayant une fonction basique dont les propriétés sont voisines de celles de l'ammoniac, elle neutralise les acides en donnant des sels et de l'eau. ^[3]

Elle est incolore, sa densité est de 1,107 à 20 %, sa formule chimique est :

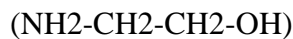


Tableau II.4 : Propriétés du MEA ^[3]

| | MEA PURE | SOLUTION 15 % |
|--------------------------|--------------|--|
| Point d'ébullition | 170 °C | 106 °C point de bulle, 202 °C point de rosée |
| Point de cristallisation | 10 °C | - 42 °C |
| Point éclair | 95 °C | 200 °C |
| Densité | 1.016 | |
| P.H | 12.5 à 20 °C | 12.2 |
| Température de stockage | 18 35 °C | |

3.1.1.1. Choix de la solution MEA

La MEA en solution aqueuse est le solvant préféré pour épurer les gaz à faible concentration de H₂S et CO₂, pour les gaz ne contenant pas de COS et CS₂, ou bien pour les gaz contenant uniquement du CO₂. ^[3]

3.1.1.2. Propriétés physico-chimique de le MEA

La MEA et un composé mixte possédant à la fois les propriétés des alcools et des amines mais réagissent plutôt comme ces dernières. ^[3]

Aux conditions normales de pression et de température, la MEA est un liquide incolore, légèrement visqueux et présent une faible odeur ammoniacale. ^[3]

Elle est soluble en toute proportion dans l'eau, les alcools, elle est légèrement volatile.^[3]

3.1.1.3. Inconvénient^[3]

- Perte de MEA par évaporation du fait de sa tension de vapeur élevée.
- Corrosivité élevée, particulièrement pour des solutions à plus de 20% en masse et fortement chargé en gaz acide.

3.1.1.4. Autres propriétés chimiques^[3]

- Attaque le cuivre et ses alliages, le fer et l'aluminium
- Réaction exothermiques avec les acides
- S'oxyde au contact de l'air

3.1.1.5. Toxicologie^[3]

- Légèrement irritant pour la peau. (Eviter le contact prolongé)
- Plus dangereuse pour les muqueuses et les yeux

II.3.1.2. Absorption

La fonction de cette section consiste à élimination le CO₂ contenu dans le gaz naturel, car CO₂ porté à une base température de l'ordre de (-70°C) se solidifie et forme des bouchons de glace causant une obstruction des canalisations de service par ailleurs le CO₂ a un comportement assez particulier en matière de corrosion.^[3]

L'absorption du gaz carbonique se fait par une solution aqueuse le mono éthanol amine(MEA) **diluée à (12% - 15%)**, cette solution réduit la teneur du CO₂ dans le gaz d'alimentation à environ 12ppm.^[3]

Le gaz brut d'alimentation passe d'abords en bas de la colonne d'absorption pour éliminer les hydrocarbures liquides contenus dans le gaz.^[3]

Ce procédé permet d'éviter la contamination de la solution MEA (Mono Ethanol Amine) par les hydrocarbures lourds liquides, ce qui se traduit par la formation d'une quantité de la mousse à l'intérieur de la colonne et va gêner l'opération d'absorption.^[3]

Avant d'être envoyé à l'absorbeur, le gaz d'alimentation est réchauffé à 38°C dans un préchauffeur E-506 et, puis entre dans l'absorbeur F-502 en circulant à contre-courant d'une solution de MEA qui absorbe le gaz carbonique. L'élimination du CO₂ par la MEA se fait à **38°C et 42 bars** dans l'absorbeur F-502 selon la réaction suivante :

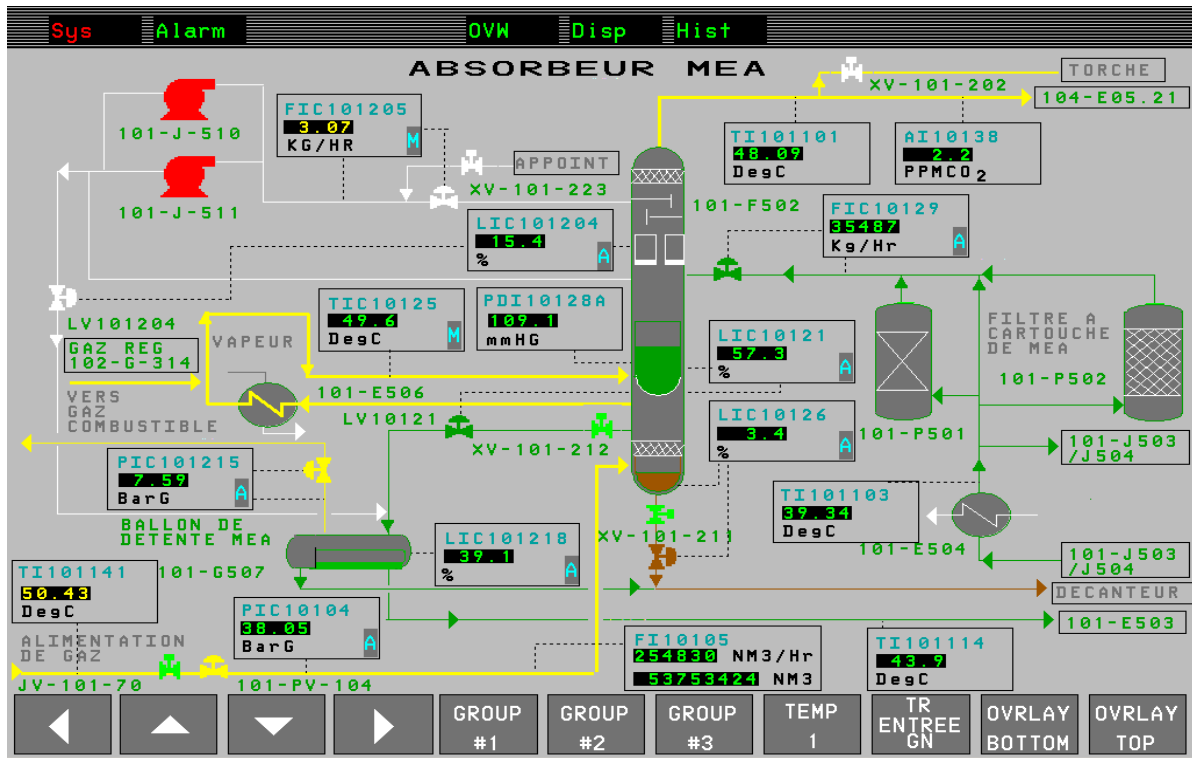
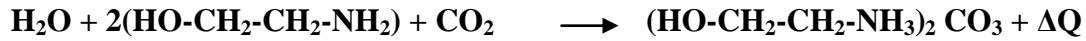


Figure II. 1: absorbeur MEA [3]

II.3.1.3. Régénération

La régénération de la MEA est une opération de distillation classique de la MEA qui consiste à purifier cette amine pour être réutilisée dans la section de décarbonatation. La désorption du CO₂ s'effectue sous les conditions suivantes :

Une basse pression avec une haute température 1,7 Bar et 118°C par effet de la température de rebouillir le CO₂ est éliminé en tête de colonne F-502 et la MEA considérée comme produit relativement pur au du fond de colonne de régénération pour réutilisée dans la colonne d'absorption F-501 et par conséquent le cycle fermé est assuré. [3]

Le gaz d'alimentation quitte l'absorbeur pour être envoyé à la déshydratation avec une concentration de CO₂<90ppm.

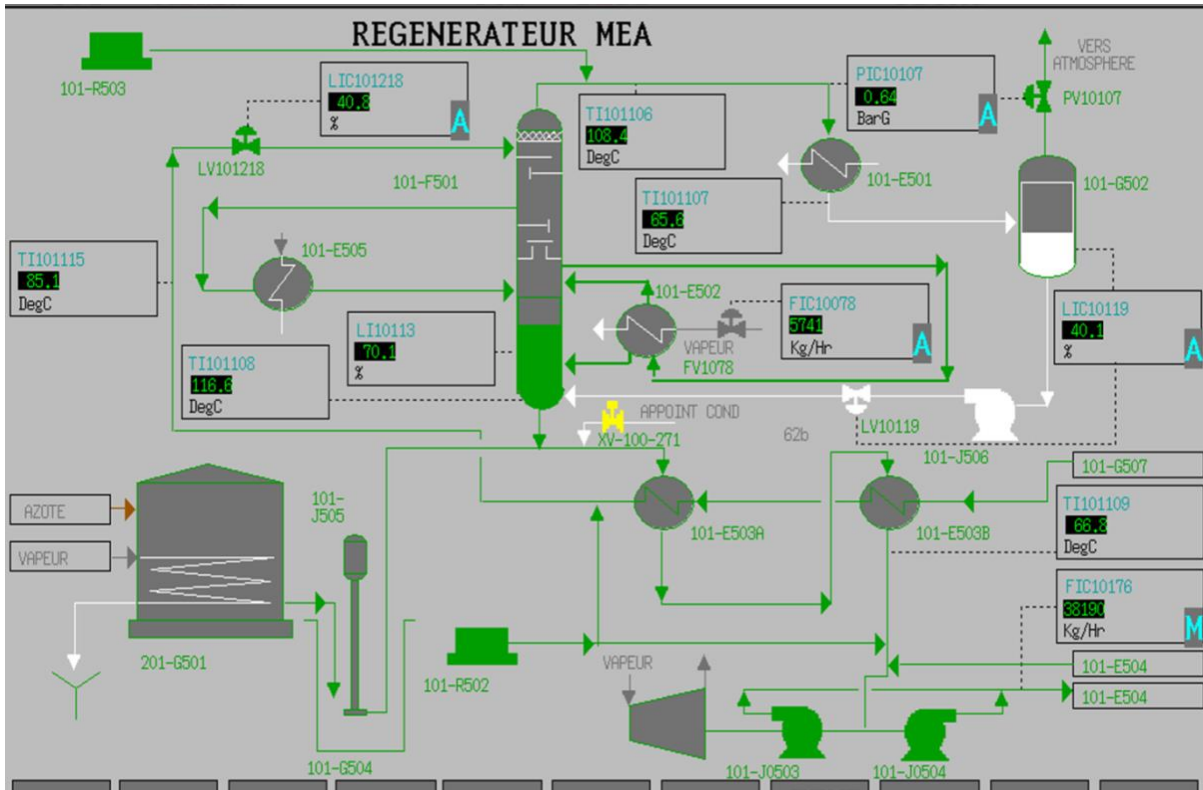


Figure II. 2: circuit de La régénération de la MEA ^[3]

II.3.2. Déshydratation

A la sortie de l'absorbeur du gaz carbonique, le gaz d'alimentation est humide par le fait qu'il a absorbé l'eau de la solution MEA. ^[3]

La phase suivante du traitement du gaz d'alimentation est l'élimination de l'eau en vue de réduire sa teneur à moins de 1 ppm en volume. Cette opération est effectuée dans un jeu de sécheurs à tamis moléculaires de types 4A° DG-TRISIV. ^[3]

L'un est en séchage, pendant que l'autre est en régénération pour une utilisation subséquente. ^[3]

II.3.2.1. Composants utilisé dans la déshydratation ^[3]

- Refroidisseur à propane : X04-E05.21.
- Séparateur des sécheurs X02-G07.87.
- Les sécheurs du gaz d'alimentation X02-R3.10 et X02-R3.11.
- Echangeur et soufflante de réactivation des sécheurs X02-E-03.17 et X02-K03.01.
- Refroidisseur et séparateur du gaz de régénération X02-E-03.15 et X02-G-03.14.

II.3.2.2. Adsorption

Après traitement du gaz naturel d'alimentation pour réduire sa teneur en CO₂ à un niveau inférieur à 90ppm en volume, il passe à la déshydratation ou il monte dans le premier circuit de séchage et le refroidisseur à propane des sécheurs.^[3]

Au stade du refroidisseur le gaz d'alimentation passe dans le faisceau de l'échangeur E521, dont les tubes sont immergés dans un bain de propane liquide, il est refroidi à 21°C. Cette dernière température est la plus faible que l'on puisse utiliser sans risque de formation d'hydrate dans le refroidisseur. Après son passage dans le réfrigérant, le gaz naturel entre dans le séparateur qui contient de l'eau liquide qui a été condensé dans le circuit précédent. La séparation de l'eau du gaz s'effectue par différence de densité, sachant que la densité de l'eau est égale à 1 alors que celle du gaz est de 0.6 avec une pression de 41.6 bars. Le niveau de l'eau est maintenu dans le ballon séparateur à un taux de 20% à 30% par une vanne de Régulation.^[3]

A sa sortie du séparateur, le gaz naturel passe à travers les sécheurs à tamis moléculaire X02-R-03.10 et X02-R-03.11 après qu'un maximum d'eau (environ 60%) a été séparé du gaz naturel. Les sécheurs adsorbent les 40% d'eau restante dans le gaz jusqu'à ce que ce dernier ne contienne qu'une teneur en eau inférieure à 1ppm en volume, pour empêcher toute congélation du côté froid du processus.^[3]

Le gaz naturel entre dans les sécheurs à tamis moléculaire à une température de 21°C et sous une pression de 41.6 bars. Le gaz naturel entre par le haut et passe des différentes couches de tamis où l'eau est extraite du gaz par adsorption et sort par le fond des sécheurs en service. La pression de sortie du gaz est de 41.2 bars. La perte de charge, à la sortie, ne doit pas dépasser 0.4 à 0.6 bars. Après la saturation du tamis, le sécheur doit passer au cycle de régénération. En aval des sécheurs, il est installé un filtre à poussière qui a pour but d'éliminer tous les solides ayant pu être entraînés dans le courant du gaz.^[3]

II.3.2.3. La régénération

La régénération des lits se fait en boucle ouverte. Le réchauffement est assuré par prélèvement d'une certaine quantité de gaz sur la conduite de refoulement du compresseur X02-K-03.01. Au cours de la phase de réchauffage, le gaz de réactivation passe dans les tubes du réchauffeur de régénération 7X3-E-03.17 où sa température est augmentée jusqu'à 280°C sous une pression de 44.4 bars. A sa sortie du réchauffage, le gaz passe du bas vers le haut à

travers le lit en cour de réactivation, puis il passe dans le refroidisseur X02-E-03.15 où il est refroidie par l'air jusqu'à 55°C afin de condenser l'eau entraîné. ^[3]

Le condensât est séparé du gaz dans le séparateur de réactivation X02-G-03.14 et est envoyé vert le décanteur des hydrocarbures, à une pression de 43.2 bars. Et le gaz est renvoyé généralement vert la colonne d'absorption de l'étape de décarbonatation. ^[3]

Après la fin de la phase de réchauffage de 6 heures, une phase de refroidissement commence. Le gaz en provenance du refoulement de la soufflante à une pression de 44.7 bars pénètre dans les sécheurs par le haut. Ensuite, il descend à travers la couche filtrante avant d'entrer dans le refroidisseur de régénération des sécheurs, puis dans le séparateur de régénération. Il retourne par la suite vert l'absorbeur de l'étape de décarbonatation. ^[3]

La durée de la phase de réchauffage est de 6 heures tandis que celle de la phase de refroidissement est de 5 heures. ^[3]

3.2.3.1. Tamis moléculaire 4A° DG-TRISIV

Les tamis moléculaire sont utilisés dans une large gamme industrielle pour le séchage. Ils servent aussi à la purification et la séparation de large variété de gaz et de liquides. Ils retiennent et attirent certaines substances à leurs surfaces comme l'eau par exemple. Par ce procédé nous réalisons le séchage. Il appelé adsorption. En l'additionnant plusieurs poussières fines aux poussières du tamis moléculaire, pour capter les contaminants qui peuvent détruites la structure du tamis moléculaire. Dans notre processus, le tamis moléculaire est dans une colonne cylindrique. ^[3]

3.2.3.2. Caractéristiques du tamis moléculaire ^[3]

- diamètre nominal des pores : 4 A°
- diamètre des particules : 3.2 mm
- densité du tamis moléculaire : 641 Kg/m³
- diamètre du tamis moléculaire : 3.2 m
- chaleur d'adsorption de l'eau : 4186 KJ/Kg d'eau
- humidité à l'emballage : 1.5 %
- humidité à l'équilibre : 22 %
- Mesuré à 17.5 mm Hg et 25 °C
- formule chimique : $Mx [(AlO_2)_x (SiO_2)_y]. zH_2O$ [M = Na]

II.3.3. DEMERCURISATION

Le gaz après séchage passe dans un DEMERCURISEUR utilisant du **charbon actif** imprégné de soufre afin d'éliminer le mercure jusqu'à une teneur de 0.001 g/Nm^3 .^[3]

II.4 Section Séparation des lourds et liquéfaction

II.4.1. Pré refroidissement

Avant d'introduire le gaz naturel dans la section de séparation de la tour de lavage, il subit un pré - refroidissement pour que sa température soit portée à -34°C à travers les deux échangeurs (Schiller) E-522 puis le E-524. Ces équipements sont des échangeurs classiques sauf que leur l'isolation thermique compte énormément afin d'éviter les pertes frigorifiques. Le pré - refroidissement s'effectue à l'aide du propane MP et BP. Puis entre dans la tour de lavage après avoir été mixé avec du gaz moins froid a une température de -26°C par la vanne TV-442.^[3]

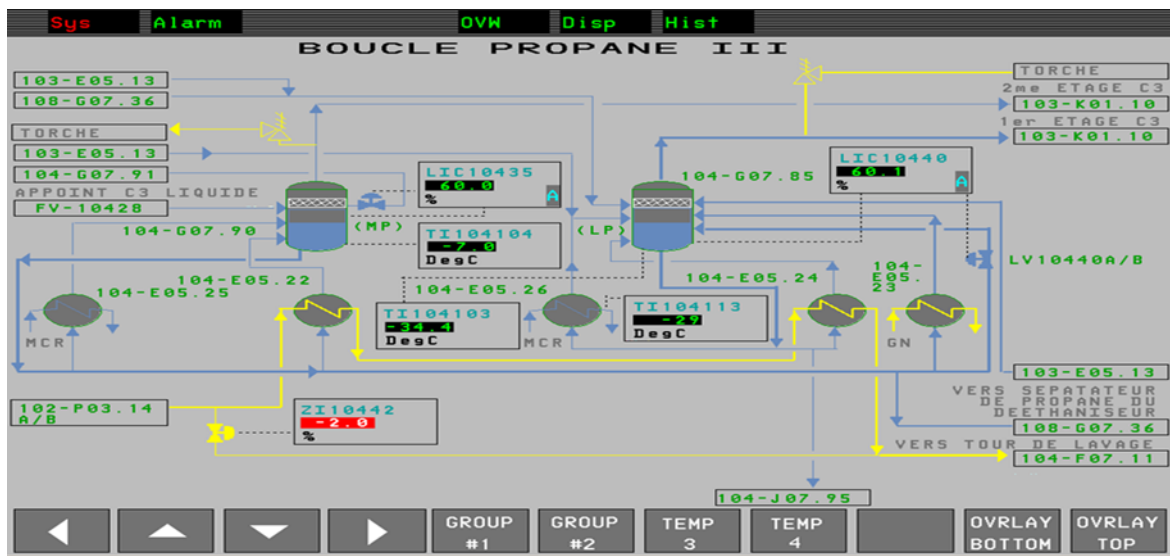


Figure II.3: boucle de propane^[3]

II.4.2. Séparation des lourds

Le procédé de distillation utilise la différence de volatilité entre les constituants d'un mélange homogène. Les substances se vaporisent successivement et la vapeur obtenue est condensée en liquide qu'on le nomme distillat.^[3]

Le rebouilleur assure la chaleur nécessaire pour vaporiser les composants plus légers au sein de la charge. Les vapeurs quittant la colonne à son sommet sont partiellement condensées, à travers le condenseur de tête. La double phase liquide/vapeur est récupérée dans un ballon

de reflux. Une partie de liquide est pompée et renvoyée dans la colonne au niveau du plateau supérieur. Le reflux récupère de la chaleur des vapeurs montantes et condense les composants plus lourds. [3]

La séparation est une étape importante dans le cycle de liquéfaction du gaz naturel. Après pré-refroidissement, le gaz est acheminé dans la colonne de séparation « Tours de Lavage » F-711. A cette étape la séparation est une distillation classique qui sépare le produit en deux phases bien distinctes : produits lourds et produits léger. [3]

Le gaz d'alimentation à une température de -26°C , pénètre dans la tour de lavage F-711 au niveau du 9^{ème} plateau. Cette tour comporte 12 plateaux, huit d'entre eux se situe au-dessus du plateau d'alimentation. [3]

A cette température les hydrocarbures lourds sont partiellement condensés ; la phase gazeuse du courant d'alimentation s'élève à travers les huit plateaux supérieurs et passe dans les deux condenseurs de tête E-523 et E-540 pour être refroidi en utilisant comme réfrigérant le propane et le MCR respectivement. [3]

La phase lourde sera acheminée vers le fractionnement et la phase légère (gaz) suivra son chemin vers la section liquéfaction. [3]

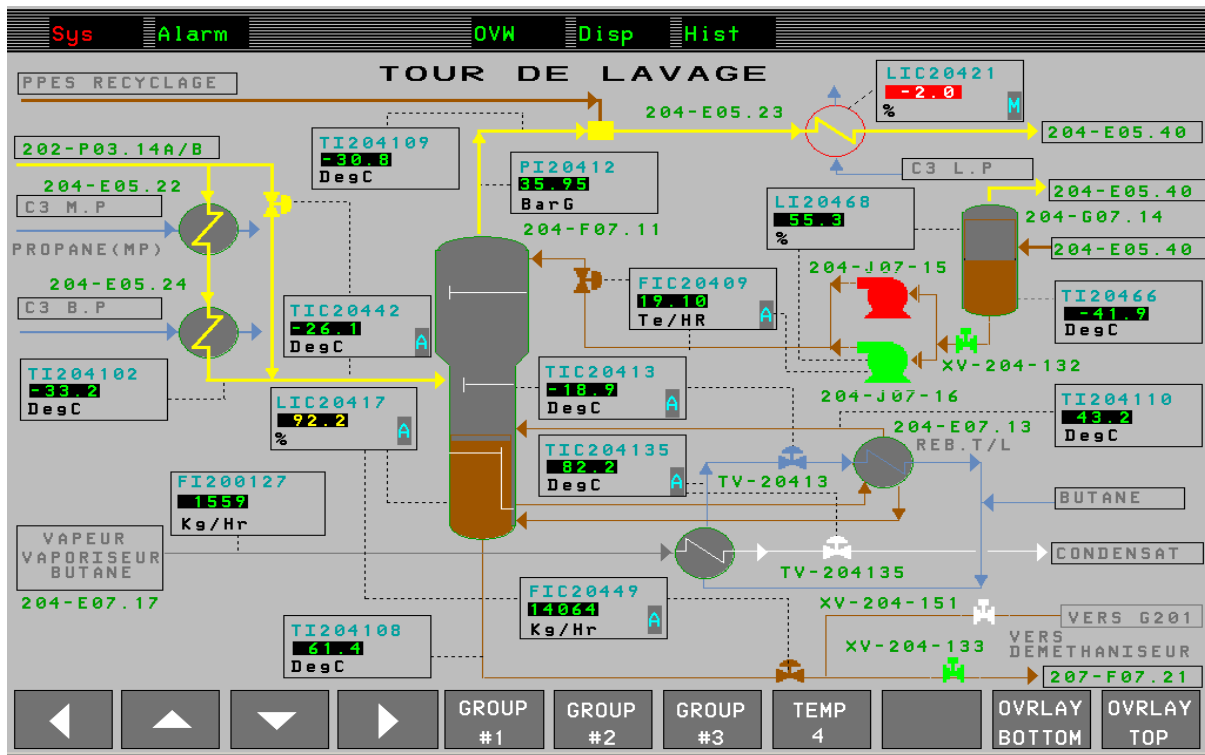


Figure II.4: tour de lavage [3]

II.5 Liquéfaction

Cette section représente la partie la plus importante du procès du faite qu'elle permet de réaliser l'objectif principal du complexe qui consiste à liquéfier le gaz naturel.

Le gaz naturel traité GNT provenant de la colonne F-711 est alors prêt à être liquéfié à une température permettant son transport en méthannier à une pression voisine de la pression atmosphérique, donc le GNT est envoyé dans l'échangeur thermique principal le E-520, dans lequel il circule vers le haut en passant dans un faisceau de serpentins tubulaires où il est refroidi à -148°C et 25Bars par le réfrigérant mixte MCR qui s'écoule vers le bas du côté calandre de l'échangeur.^[3]

Le GNL est détendu à travers la vanne Joule Thomson TV-612 jusqu'à 0,45Bar, -161°C et envoyé dans le ballon de détente d'azote G-783 où la pression est de 0,3Bar.^[3]

Les vapeurs de gaz non liquéfiées provenant du ballon de détente d'azote (DEAZOTEUR) est envoyée vers le compresseur du gaz combustible K-130, en passant par l'échangeur de gaz de rejet E-530 pour être réchauffé par le GNT.^[3]

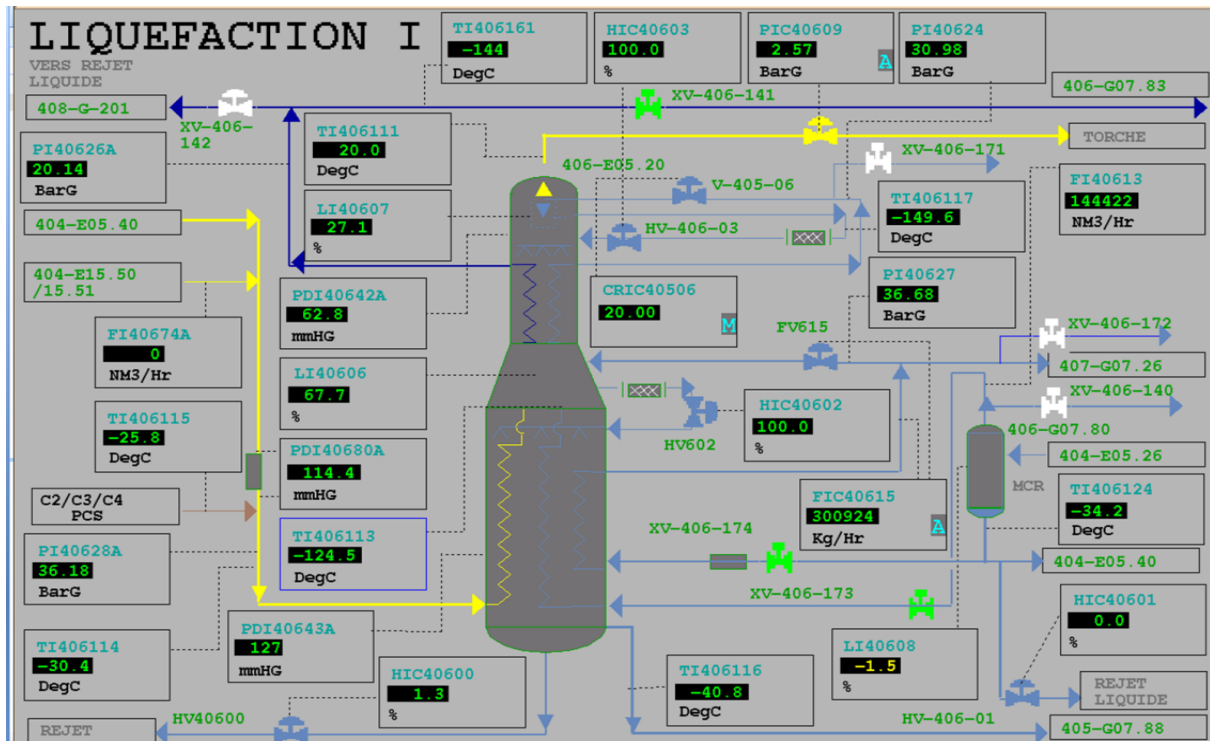


Figure II. 5: liquéfaction 1^[3]

Tableau II.5 : La composition du GNL ^[3].

| Composants | Minimum | Maximum |
|-------------------------------|---------|---------|
| N ₂ « Azote » | 00.60 | 00.14 |
| C ₁ « Méthane » | 84.00 | 92.50 |
| C ₂ « Ethane » | 06.00 | 08.50 |
| C ₃ «Propane » | 02.20 | 03.00 |
| iC ₄ « Isobutane » | 00.30 | 00.50 |
| nC ₄ « n-Butane » | 00.03 | 00.07 |
| C ₅ « Pentane » | 00.00 | 00.007 |

Ce tableau présente les compositions finales du GNL et les quantités maximales et minimales de chaque composant, on observe l'absence de l'eau et CO₂ et le mercure et sa le but principale de traitement et liquéfaction de GN.

Le GNL produit par les six trains est pompé depuis le ballon DEAZOTEUR aux réservoirs de stockage de GNL au nombre de trois bacs de doubles parois métalliques avec une capacité de 100.000 m³ chacun à 1,03 bar et -162°C. La conduite de 20" se sépare en trois conduites de remplissage. Ce dernier ce fait par le fond afin d'éviter le phénomène de ROLL-OVER (différence de densité). Le produit de l'évaporation normale provenant des réservoirs de stockage est comprimé par six compresseurs en plus de la vapeur produite à bord du navire pendant le chargement. Il existe un quai de chargement à deux postes pour recevoir des méthaniers de 125000m³. ^[3]

Tout excès de gaz est renvoyé vers la torche du réservoir de GNL.

II.5.1. Boucle propane

Le circuit de propane assure la réfrigération de certains courants du procès dans différentes section du train. Cette fonction est assurée par trois niveaux de réfrigération à haute, moyenne et basse pression. ^[3]

- 3^{ème} étage : 18°C, 6.9 bars effectifs.
- 2^{ème} étage : -4°C, 3.2 bars effectifs.
- 1^{ème} étage : -37°C, 0.23 bars effectifs.

La vapeur de refoulement du compresseur K-110 est d'abord refroidie dans le désurchauffeur E-513 par l'eau de mer jusqu'à 43°C, ensuite condensée dans le condenseur E-514A/B à l'eau de mer à contre-courant jusqu'à 37°C. [3]

Le propane liquide est recueilli dans l'accumulateur G-786 d'où il est envoyé dans le ballon d'aspiration troisième étage G-791 pour y être détendu à 6,9Bars, 18°C. [3]

La vapeur du G-791 est renvoyée à l'admission du troisième étage du compresseur (K110) et le liquide est envoyé dans le ballon d'aspiration deuxième étage G-790 avant d'être détendu à 3,2Bars, - 4°C. [3]

La vapeur du ballon G-790 est renvoyée à l'admission du deuxième étage du compresseur K-110 et le liquide est envoyé dans le ballon d'aspiration premier étage G-785 avant d'être détendu à 0,23Bars, -37°C, seule la vapeur du ballon G-785 est renvoyée à l'admission premier étage du compresseur K110. [3]

II.6 Section de fractionnement

Les hydrocarbures lourds recueillis au fond de la tour de lavage passent dans la section inférieure puis se dirigent par réglage automatique en direction de la section de fractionnement qui est composé de 04 colonnes. [3]

- Section (07) de DEMETHANISATION
- Section (08) de DE-ETHANISATION
- Section (09) de DEPROPANISATION
- Section (10) de DEBUTANISATION

II.6.1. Section de DEMETHANISATION

Le courant d'hydrocarbures lourds du fond de la colonne F-711 est envoyé dans le DEMETHANISEUR F-721 qui fonctionne à 30bar. la colonne de DEMETHANISATION constitué de 17 plateaux aux clapets, le flux pénètre au niveau au du 9^{ème} plateau. [3]

Les composants légers (essentiellement du méthane) sont séparés des hydrocarbures lourds et montent vers le haut de la colonne à contre-courant du liquide de reflux qui descend des plateaux. Les vapeurs de tête sont partiellement condensées dans le condenseur E-722, par le MCR à (-100 °C) avant d'être envoyé dans le ballon de reflux G-724 où les vapeurs sont envoyées dans le ballon d'aspiration MCR1 G-788 et les vapeurs excédentaires sont

renvoyées dans le vaporisateur mélangeur du gaz combustible G-304. Les liquides sont renvoyés à la colonne F-721 sous forme de reflux. ^[3]

Une partie du liquide recueilli au fond de la colonne subit un rebouillage à travers le rebouilleur partielle E-723 par de la vapeur 3.45Bar, le liquide restant est renvoyé dans le DEETHANISEUR en passant à travers le refroidisseur E-730 où il est refroidi par l'eau de mer. ^[3]

Le méthane est utilisé au niveau du procédé est utilisé pour ^[3]:

- Appoint vers la boucle MCR
- Appoint vers les réseaux fuel gaz

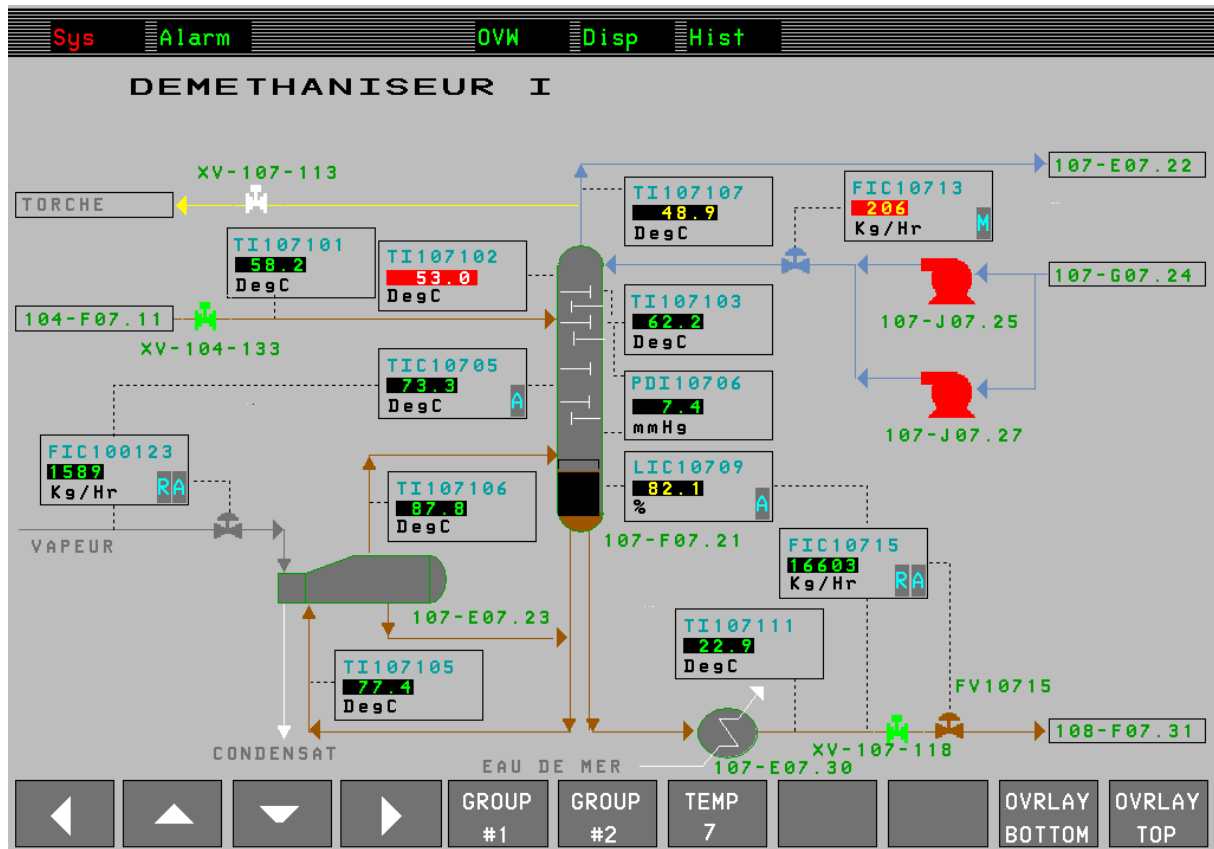


Figure II.6 : Section de déméthanisation

II.6.2. Section de DE-ETHANISATION

Le liquide provenant de la colonne F-721 à 20Bar est alors alimenté au niveau du 10^{ème} plateau du DE-ETHANISEUR F-731 qui est constituée de 26 plateaux à clapets, où l'éthane est séparé des hydrocarbures lourds et montent vers le haut de la colonne à contre-courant du liquide de reflux. ^[3]

La plus grande partie des gaz de tête est condensée à environ 9 °C dans le condenseur E-732, par du propane MP, puis recueillie dans le ballon de reflux G-734 est divisé en deux courants où, un est envoyé à la colonne F-731 comme reflux pour refroidissement de la tête de F-731 et l'autre utilisé pour le recyclage vers la tours de lavage F-711 et vers l'échangeur principale après leur refroidissement dans le sous refroidisseur de retour d'éthane E-739 à (-33 °C) par du propane MP. [3]

Une partie du liquide du fond de la colonne F731 est rebouillie dans l'échangeur E-733 par de la vapeur BP, le reste du liquide est envoyé au DEPROPANISEUR [3].

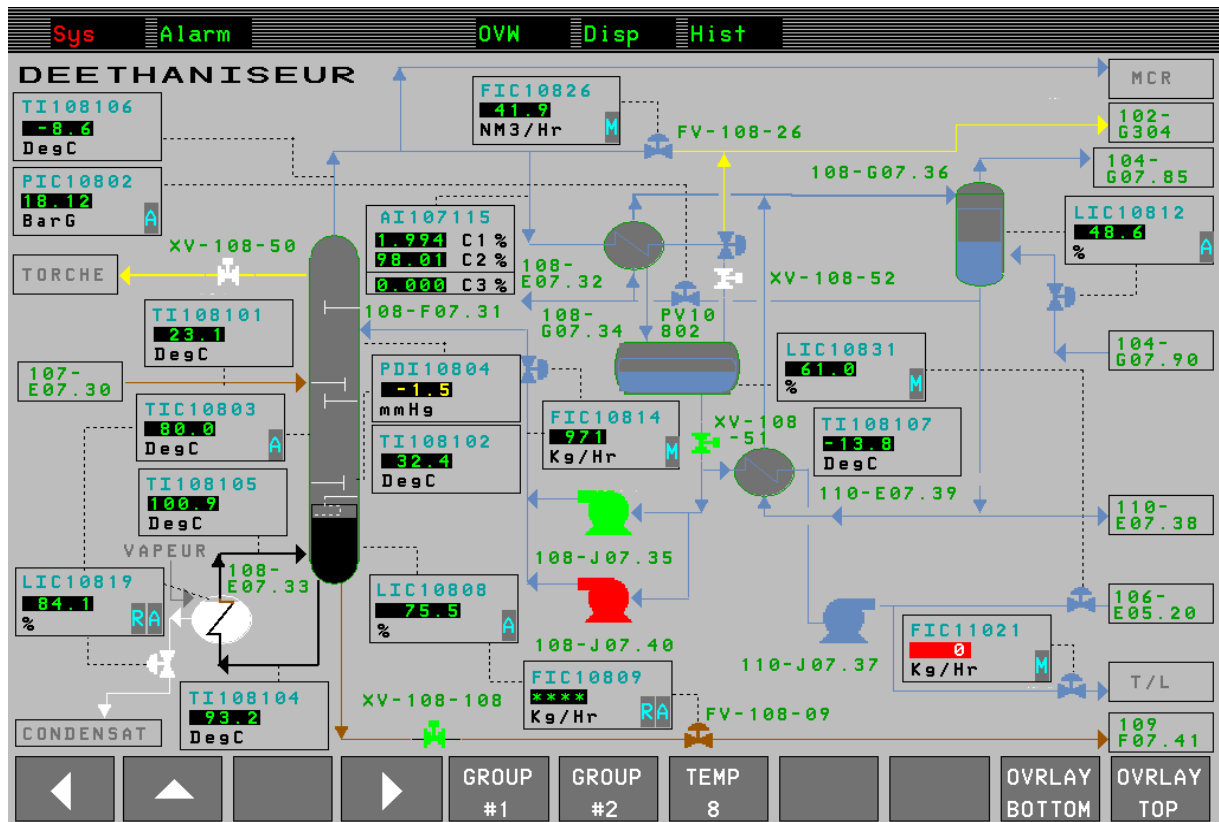


Figure II.7 : Section de DE-ETHANISATION

II.6.3. Section de DEPROPANISATION

Le liquide provenant de la colonne F-731 à une pression d'environ 16.5Barg est alors alimenté au niveau du 18^{ème} plateau du DEPROPANISEUR F-741 qui est constitué de 31plateaux à clapets, où le propane est séparé des hydrocarbures lourds et montent vers le haut de la colonne à contre-courant du liquide de reflux. [3]

Le gaz de tête est condensé dans le condenseur (E-724), par l'eau de mer, puis recueillie dans le ballon de reflux(G-744).Une partie du propane condensé est renvoyée à la

colonne F-741 sous forme de reflux et le reste est envoyé dans la boucle propane, recyclage vers F-711 et recyclage vers l'échangeur principale après le refroidissement dans le sous refroidisseur E-738 à propane MP. [3]

Une partie du liquide du fond de la colonne F-741 est rebouillie dans l'échangeur E-743 par de la vapeur BP, le reste du liquide est envoyé au DEBUTANISEUR [3].

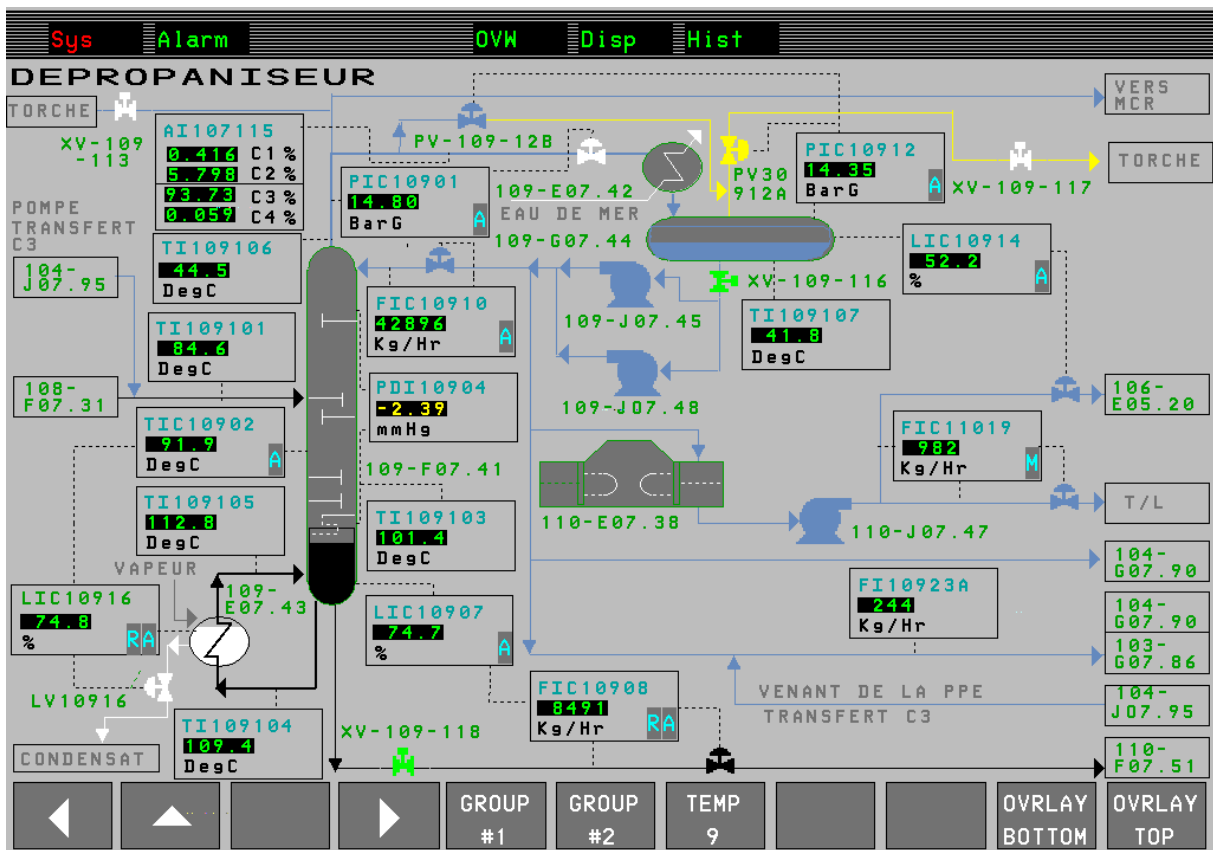


Figure II.8 : Section de DEPROPANISATION

II.6.4. Section de DEBUTANISATION

Cette section est la plus importante pour notre mémoire parce que notre étude basée sur cette section.

Le liquide provenant de la colonne F-741 à une pression d'environ 4.5Bar est alors alimenté au 16ème plateau du DEBUTANISEUR F-751 qui est constituée de 26 plateaux à clapets, où le butane est séparé des hydrocarbures lourds et montent vers le haut de la colonne à contre-courant du liquide de reflux. [3]

Le gaz de tête est condensé dans le condenseur E-752, par l'eau de mer, puis recueillie dans le ballon de reflux G-754, le butane condensé est divisé en deux courants, un est envoyé à la colonne F-751 sous forme de reflux et l'autre courant est envoyé à la colonne F-711 et l'échangeur E-520 en passant par le sous refroidisseur de retour GNL. [3]

Un petit courant secondaire de gaz de tête extrait au-dessus du 9^{ème} plateau est envoyé dans le ballon G-304. [3]

Une partie (riche du pentane et hydrocarbures lourds) du liquide du fond de la colonne F-751 est rebouillie dans l'échangeur E-753 par de la vapeur BP, le reste du liquide est refroidi dans le refroidisseur d'essence E-758 par l'eau de mer, puis envoyé au stockage de la gazoline. [3]

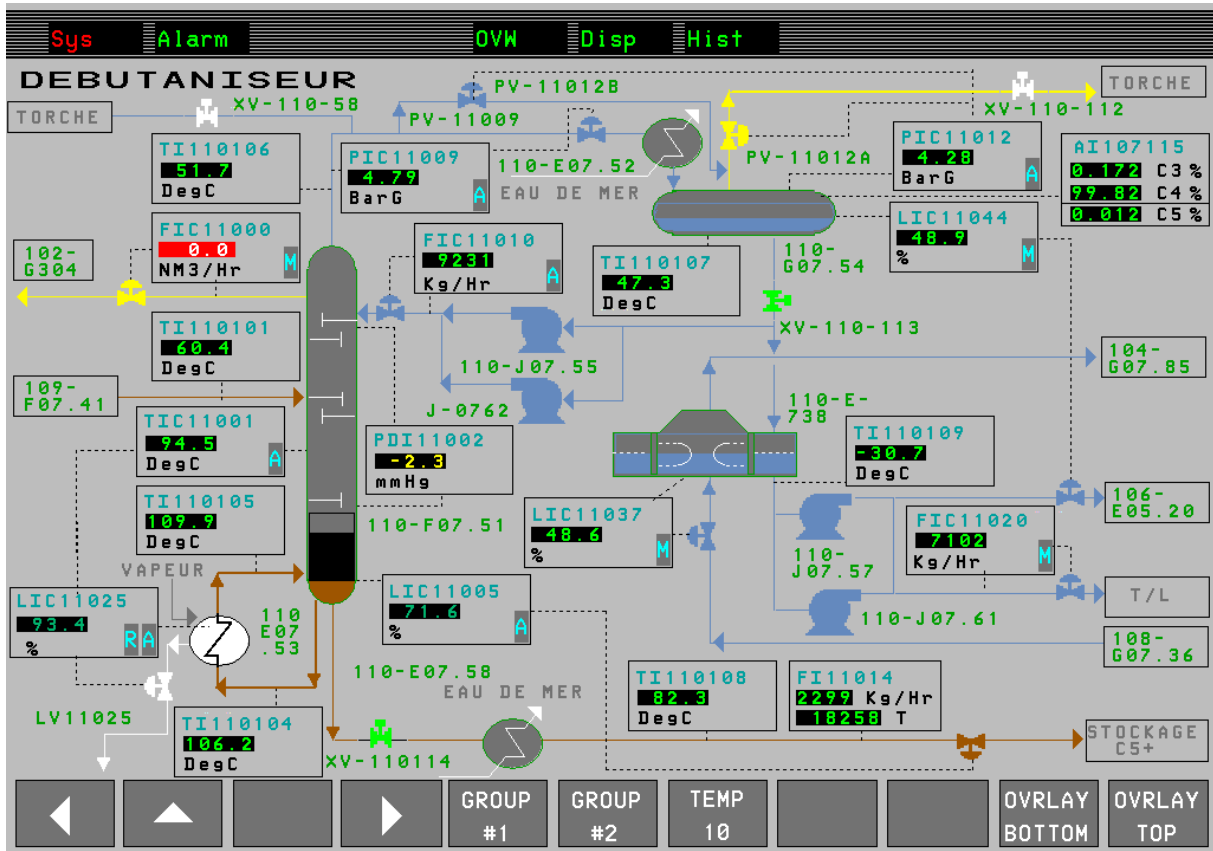


Figure II.9 : Section de DEBUTANISATION

Tableau II.6 : Les caractéristiques générales de la section de fractionnement ^[3]

| Donné | DEMETHANISEUR | DEETHANISEUR | DEPROPANISEUR | DEBUTANISEUR |
|------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Pression (bars) | 30 | 19.3 - 20 | 15 | 4 - 4.45 |
| T° de fond (°C) | 75 | 88 | 90 | 94 - 96 |
| T° de tête (°C) | -71 | (-2) - (-10) | 44 | 45 - 50 |
| Nombre de plateaux | 17 | 26 | 31 | 26 |
| Plateau d'alimentation | 9 | 10 | 18 | 16 |

Ce tableau englobe les caractéristiques générales de la section de fractionnement (pression et température de fond et de tête et nombre de plateaux du chaque colonne , on observe une baisse de la pression .

II.7 Stockages et chargements

Le GNL produit par les six trains est pompé depuis le ballon DEAZOTEUR aux réservoirs de stockage de GNL au nombre de trois bacs de doubles parois métalliques avec une capacité de 100.000 m³ chacun à 1,03 bar et -162°C. ^[3]

La conduite de 20" se sépare en trois conduites de remplissage. Ce dernier est fait par le fond afin d'éviter le phénomène de ROLL-OVER (différence de densité). ^[3]

Le produit de l'évaporation normale provenant des réservoirs de stockage est comprimé par six compresseurs en plus de la vapeur produite à bord du navire pendant le chargement. ^[3]

Il existe un quai de chargement à deux postes pour recevoir des méthaniers de 125000m³. Tout excès de gaz est renvoyé vers la torche du réservoir de GNL. ^[3]

Conclusion

Après une analyse détaillée des procédés de traitement et liquéfaction nous avons constaté que l'analyse et l'identification technique et fonctionnelle de procédés est une étape très importante dans le processus de gestion et maîtrise des risques industriels.

Dans le chapitre qu'il suit, on va montrer une généralité sur méthode HAZOP et l'application de cette méthode sur la nouvelle ligne de drainage .

Chapitre III : Application de La méthode HAZOP

Introduction

Pour répondre à notre problématique identifiée au niveau le complexe GL1/Z lors de notre stage pratique, nous avons opté pour l'étude HAZOP,

La technique HAZOP (Hazard and Operability study) a été développée par la société IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIE (ICI) au début des années 1970. Cette méthode est particulièrement utile pour l'examen des systèmes pour lesquels des paramètres comme, température, la Pression, le Niveau et les paramètres particulièrement importants pour l'installation.

C'est une technique systématique et structurée qui prend en considération les déviations par rapport au design par l'application de mots guides (GUIDEWORDS).

III .1. Objectif

Le processus HAZOP est basé sur le principe qu'une approche collective des dangers permettra d'identifier plus de problèmes que des individus travaillant séparément ; en combinant les résultats, l'équipe HAZOP est composée d'individus ayant des antécédents et une expertise variés. L'expertise est réunie au cours des sessions HAZOP et grâce à un effort collectif de remue-méninges qui stimule la créativité et les nouvelles idées, un examen approfondi du processus à l'étude est effectué.

III.2. Responsabilités

III.2.1. Chef d'étude HAZOP

L'étude HAZOP doit être réalisée sous la supervision d'un chef d'équipe qualifié qui stimulera la réflexion et contrôlera les discussions entre les membres. Bien que cela ne soit pas obligatoire, le chef d'équipe peut apporter une contribution technique, mais il doit se concentrer sur le bon déroulement et l'efficacité de l'étude. Il doit s'efforcer de minimiser les pertes de temps sans sacrifier l'exhaustivité de l'étude.

III.2.2. Coordinator HAZOP

Le coordinateur travaillera avec le chef d'équipe et le chef de projet pour organiser la réunion pré-HAZOP au cours de laquelle des questions telles que la sélection des membres de l'équipe HAZOP et le calendrier seront discutées. Le coordinateur préparera la feuille de présence en indiquant l'adresse e-mail avec la position et l'enverra au chef d'étude avant le

début de l'étude. Le coordinateur organisera également le lieu et tout le matériel nécessaire à l'étude. Le coordinateur préparera également l'emploi du temps à partir du calendrier pour plus de clarté et enverra une invitation à tous les participants.

III.3. Équipe d'étude HAZOP

L'équipe d'étude doit être choisie avec soin, car la technique ne compensera pas le manque d'expérience des participants. L'équipe doit comprendre des experts diversifiés afin de garantir que tous les aspects de la conception seront couverts de manière adéquate. Toutefois, le groupe doit être suffisamment restreint pour rester efficace. Les membres doivent avoir le pouvoir de prendre des décisions sur place.

Il convient de faire appel à l'expérience extérieure (consultants, fabricants, fournisseurs) chaque fois que cela est nécessaire, car ils sont peut-être les seuls à pouvoir comprendre pleinement l'effet des déviations du processus sur leurs produits ou équipements.

Des représentants des groupes fonctionnels suivants sont recommandés :

1. Processus
2. Projet
3. Instrumentation/contrôles
4. Électricité (selon les besoins)
5. Mécanique (selon les besoins)
6. Spécialiste des matériaux (selon les besoins)
7. Pipeline (selon les besoins)
8. Client
9. Construction
10. Opérations
11. Maintenance

III.4 Qu'est-ce que HAZOP

La technique HAZOP (Hazard and Operability study) a été développée par la société IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIE (ICI) au début des années 1970. Cette méthode est particulièrement utile pour l'examen des systèmes pour lesquels des paramètres comme le Débit,

La Température, la Pression, le Niveau et la Concentration sont particulièrement importants pour la sécurité dès l'installation.

C'est une technique systématique et structurée qui prend en considération les déviations par rapport au design par l'application de mots guides (guidewords).

(HAZOP) est un examen structuré et systématique d'un processus ou d'une opération planifiée ou existante afin d'identifier et d'évaluer les problèmes qui peuvent représenter des risques pour le personnel ou l'équipement, l'environnement, ou empêcher un fonctionnement efficace, systématique en ce sens qu'il doit être planifié, organisé, réalisé, exécuté, exécuté/évalué. Il ne s'agit pas de fonctionner tous les jours.

III.5 Avantages de l'étude HAZOP

- Augmenter la sécurité de l'unité de traitement.
- Améliore l'opérabilité de l'unité.
- Identifie les failles dans la conception de la proposition.
- Fournit une meilleure connaissance de l'unité de processus étudiée.
- Faciliter la rédaction de meilleures directives opérationnelles.
- Améliore la facilité d'entretien de l'unité.
- Améliore la perception de l'effet des changements de conception ou des modifications de l'unité.

III.6 Procédure d'HAZOP

III.6.1. Déroulement

Le déroulement d'une étude HAZOP est sensiblement similaire à celui d'une AMDEC. Il convient, pour mener l'analyse, de suivre les étapes suivantes:

- Dans un premier temps, choisir une ligne ou une maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifiée au cours de la description fonctionnelle ;
- Choisir un paramètre de fonctionnement ;
- Retenir un mot-clé et étudier la dérive associée ;
- Vérifier que la dérive est crédible. Si oui, passer au point 5, sinon revenir au point 3 ;
- Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive ;
- Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets ;
- Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations ;
- Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point 3)
- Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre et reprendre l'analyse au point 2) ;
- Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse au point 1).

La démarche présentée ici est globalement cohérente avec la démarche présentée dans la norme CEI : 61882 « Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) ou Guide d'application ».

Notons de plus que, dans le domaine des risques accidentels, il est souvent nécessaire de procéder à une estimation de la criticité des dérives identifiées.

Enfin, comme le précise la norme CEI : 61882, il est également possible de dérouler l'HAZOP, en envisageant en premier lieu un mot-clé puis de lui affecter systématiquement les paramètres identifiés.

III.6.2. Explication

Avant l'étude, les membres doivent recevoir un maximum d'informations afin de se préparer aux discussions.

Au début de la session, le chef d'équipe doit expliquer la technique aux membres qui ne sont pas familiers avec la méthodologie de la revue HAZOP. L'ingénieur des procédés doit ensuite expliquer le fonctionnement de l'unité ou de la section à couvrir et décrire les particularités de l'opération.

Cela permettra de s'assurer que tous les participants ont une connaissance suffisante du processus.

Le chef d'équipe commence l'examen en choisissant une ligne et en la décrivant aux membres de l'équipe à l'aide **du P&ID**. Il parcourt le diagramme de manière logique. Il utilise **des mots clés**, stimule la réflexion de l'équipe et remet en question l'adéquation des systèmes de protection. Les problèmes potentiels sont identifiés, discutés et enregistrés s'ils sont jugés nécessaires.

Le chef d'équipe attribue un numéro à chaque élément enregistré et le marque sur le P&ID en taille réelle pour référence ultérieure.

Après la réunion, les éléments enregistrés se voient attribuer une priorité et la liste est distribuée aux membres de l'équipe.

Une étude HAZOP **identifie les dangers et les problèmes d'opérabilité dans une usine de traitement**. Il s'agit **d'un outil permettant d'identifier les dangers dus à des déviations des paramètres** du processus. Le concept consiste à étudier comment l'usine peut dévier de l'intention de conception. L'étude HAZOP repose sur le principe selon lequel plusieurs experts ayant des antécédents différents peuvent interagir et identifier davantage de problèmes en travaillant ensemble qu'en travaillant séparément et en combinant leurs résultats. Bien que l'étude HAZOP ait été développée pour compléter les pratiques basées sur l'expérience lorsqu'une nouvelle conception ou technologie est impliquée, son utilisation s'est étendue à presque toutes les phases de la vie de l'usine.

L'étude utilise une technique dans laquelle une équipe examine de manière méthodique une conception proposée afin d'identifier tous les dangers possibles ou les problèmes d'exploitabilité qui peuvent résulter de déviations. Contrairement à la plupart des autres études, l'étude HAZOP prévoit l'évaluation du projet dans un sens dynamique, alors que les autres études ont tendance à se concentrer sur les conditions stables.

Les exigences d'une étude HAZOP ont augmenté car les usines sont devenues plus complexes et extrêmement dangereuses, et sont conçues avec des tolérances de plus en plus

étroites. La vérification de l'équipement, des matériaux de construction, de l'entretien et des conditions d'exploitation par des personnes ayant une expertise spécifique ne suffit plus pour découvrir les problèmes. En conséquence, cette technique d'étude qui facilite les vérifications simultanées des variations de processus par toutes les parties concernées a été développée. Bien que l'étude HAZOP soit une méthode très efficace. Elle ne compense pas le manque de connaissances ou de compétences de l'équipe d'étude qui évalue les effets des déviations du processus.

Le concept HAZOP consiste à examiner l'installation au cours d'une série de réunions, pendant lesquelles une équipe multidisciplinaire " remue les méninges " pour concevoir l'installation, en suivant la structure fournie par les mots guides et l'expérience du chef d'équipe.

Le principal avantage de cette méthode est qu'il stimule la créativité et génère des idées. Cette créativité résulte de l'interaction de l'équipe et de la diversité de ses origines. Par conséquent, le processus exige que tous les membres de l'équipe participent (la qualité engendre la qualité dans ce cas), et les membres de l'équipe doivent s'abstenir de se critiquer mutuellement au point d'hésiter à proposer des idées.

L'équipe HAZOP se concentre sur des parties spécifiques du processus appelées "**nœuds**", un par un. En général, ceux-ci sont identifiés à partir du **P&ID** du processus avant le début de l'étude. Un paramètre du processus est identifié, par exemple le débit, et une intention est créée pour le nœud considéré.

Ensuite, **une série de mots-guides** est combinée avec le paramètre "débit" pour créer une déviation. Par exemple, le mot-guide "plus de " est combiné avec le paramètre "flux" pour donner la déviation "pas de flux".

Les mots-clés sont utilisés pour s'assurer que la conception est explorée de toutes les manières possibles. Ainsi, l'équipe doit identifier un nombre assez important de déviations, chacune d'entre elles devant ensuite être examinée afin que leurs causes et conséquences potentielles puissent être identifiées. L'équipe s'attache ensuite à répertorier toutes les causes crédibles d'une déviation "**no flow**" en commençant par le temps. Une fois les causes enregistrées, l'équipe dresse la liste des conséquences, des mesures de protection et de toute recommandation jugée appropriée, et le processus sont répétées pour la déviation suivante, et

ainsi de suite jusqu'à l'achèvement du nœud. L'équipe passe au nœud suivant et répète le processus. Au cours du processus d'identification des problèmes pendant l'étude HAZOP, si une solution devient apparente, elle est enregistrée dans le cadre de la session HAZOP. Cependant, **il faut éviter d'essayer de trouver des solutions qui ne sont pas évidentes, car l'objectif principal de l'étude HAZOP est l'identification des problèmes.**

Le succès ou l'échec d'une étude HAZOP dépend de plusieurs facteurs, pour n'en citer que quelques-uns :

- L'exhaustivité et l'exactitude des dessins et autres données utilisés comme base pour l'étude.
- Les compétences techniques et les connaissances de l'équipe
- La capacité de l'équipe à utiliser l'approche comme une aide à son imagination pour visualiser les déviations, les causes et les conséquences.
- La capacité de l'équipe à se concentrer sur les dangers les plus graves qui sont identifiés.

III.6.3. Informations exigées

Il convient de s'assurer de la disponibilité des documents et données suivants :

- La description du procédé ;
- Les systèmes de régulation du procédé ;
- Les bilans matières et énergie ;
- Les données sur les produits ;
- Les PID et/ou PFD ;
- Les schémas d'implantation et les fiches réflexes ;
- Les spécifications des équipements ;
- Les procédures et séquences de démarrage et d'arrêt ;
- Les procédures d'exploitation et procédures d'arrêt d'urgence ;
- Les spécifications des organes de sécurité (soupapes, disques de ruptures, etc.) ;

III.7 Ce qu'il faut faire et ne pas faire dans le cadre d'une étude HAZOP

Faire

Se concentrer sur la ligne en cours d'examen Poser des questions pertinentes
Envisager des défaillances simultanées Imaginer des situations de " sortie de secours ".

Ne pas faire

- Solutions de conception à la réunion
- Étudier des conceptions alternatives
- Effectuer des comparaisons de coûts
- S'écarter du sujet
- Organisez votre propre petite réunion
- Se précipiter en raison de contraintes de temps

III.8. Enregistrer les résultats

Il serait long et inefficace d'enregistrer toutes les causes et conséquences de toutes les déviations du processus. Chaque élément saisi a un numéro, un emplacement, une cause ou une conséquence et, si les membres de l'équipe sont d'accord, une action corrective au problème qui vient d'être identifié.

Tableau III .1 : tableau de HAZOP

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---------|-----------|--------|--------------|-----------|-----------------------|--------------------------------|--------------|
| Date : | | | | | | | | |
| Ligne ou équipement : | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| N ⁰ | Mot clé | Paramètre | Causes | Conséquences | Détection | Sécurité Existence | Propositions d'amélioration | Observations |
| | | | | | | | | |

III.9. Suivi

Maintenant que les écarts ont été étudiés et que les problèmes potentiels ont été identifiés, il reste à s'assurer que les problèmes sont résolus et que des mesures correctives sont prises. La responsabilité du suivi incombe au chef de projet.

Après la réunion, le chef de projet et le représentant des opérations examineront la liste des problèmes potentiels identifiés et attribueront une priorité à chacun des éléments enregistrés lors de l'examen.

Périodiquement, ou lorsque des solutions ont été trouvées pour tous les points examinés, un compte rendu des mesures correctives prises doit être envoyé aux membres de l'équipe et au dossier AQ du projet.

Lorsque le résultat d'une révision nécessite une modification majeure, l'effet de la modification sur le reste de l'unité doit être étudié car elle peut introduire des dangers dans une zone précédemment identifiée comme "sûre".

III.10. Définitions

Danger : Toute opération susceptible de provoquer une libération catastrophique de produits chimiques toxiques, inflammables ou explosifs ou toute action susceptible de causer des blessures à une personne.

Exploitabilité : Toute opération à l'intérieur de l'enveloppe de conception qui provoquerait un arrêt susceptible d'entraîner une violation des réglementations en matière d'environnement, de santé ou de sécurité ou d'avoir un impact négatif sur la rentabilité.

Nœud : Emplacement spécifique de la progression dans lequel la conception/les intentions du processus sont évaluées, par exemple les séparateurs, les échanges de chaleur, les épurateurs, les pompes, les compresseurs et les conduites d'interconnexion avec les équipements.

Intention de conception : Une description de la manière dont le processus est censée se comporter au niveau du nœud.

Déviation : Il s'agit d'une manière dont les conditions du processus peuvent s'écarter de l'intention de la conception/du processus.

Paramètre : Le paramètre pertinent pour la ou les conditions de l'objectif (par exemple, la pression, la température, la composition).

Mot-guide : Un mot court et simple pour créer l'imagination d'une déviation de l'intention de conception/processus (par exemple, élevé, faible, non, moins, plus inversé, ainsi que, partie de, autre que, etc.) Les mots-guides sont appliqués, à leur tour, à tous les paramètres, afin d'identifier les déviations inattendues et pourtant crédibles de l'intention de conception/processus. Mot-guide +Paramètre= Déviation.

Cause : La ou les raisons pour lesquelles la déviation pourrait se produire. Plusieurs causes peuvent être identifiées pour une même déviation. Il est souvent recommandé de commencer par les causes qui peuvent entraîner la pire conséquence possible.

Conséquence : Le résultat de la déviation, au cas où elle se produirait. Plusieurs conséquences peuvent découler d'une même cause et, à son tour, une conséquence peut avoir plusieurs causes.

III.11. Mots-clés basic HAZOP

Tableau III.2 : mots-clés basic HAZOP

| Mot-guide | Signification | Exemple |
|----------------------------|---|---|
| Non (pas, aucun) | Aucune des intentions de conception n'est réalisée | Pas de débit lorsque la production est attendue. |
| Plus (plus de, plus haut) | Augmentation quantitative du paramètre. | Température plus élevée que celle prévue |
| Ainsi que Plus que) | Une activité supplémentaire se produit | Une autre vanne s'est fermée en même temps (erreur de logique ou erreur humaine). |
| Partie de | Seule une partie de l'intention de conception est réalisée. | Seule une partie du système s'arrête |
| Inverser | L'opposé logique de l'intention de conception se produit. | Retour d'eau lorsque le système s'arrête. |
| Moins (Moins de, Plus bas) | Diminution quantitative du paramètre | Pression plus basse que la normale. |

La liste suivante de mots-guides/paramètres doit être appliquée à chaque ligne ou section du processus, à l'exception du mot-guide "autre" qui ne s'applique qu'aux équipements.

Tableau III. 3 : les déviations

| Mot-guide+ Paramètre | Déviations |
|-------------------------|---|
| FAIBLE DÉBIT | Plus petit que le débit normal. Peut entraîner une réduction de l'addition ou des effets de refroidissement. |
| HAUT DÉBIT | Débit supérieur à la normale. Peut provoquer une augmentation de la pression, de la température ou de la vitesse de réaction. |
| PAS DE DÉBIT | Pas de débit alors qu'il devrait y avoir un débit continu. Peut entraîner une réduction des effets d'addition ou de refroidissement. |
| FLUX INVERSÉ | Écoulement dans la direction opposée à l'écoulement normal. Peut provoquer un mélange de fluides, une augmentation de la pression ou de la température |
| HAUTE/BASSE PRESSION | Modification de la pression de fonctionnement par rapport à la pression normale. Peut causer des problèmes de contrôle, d'inversion de débit, etc |
| TEMPÉRATURE HAUTE/BASSE | Modifier la température de fonctionnement par rapport à la température normale. Risque de provoquer l'apparition d'éclats, la cokéfaction et la défaillance des récipients. |

III.12. Déroulement de l'étude HAZOP

III.12.1. Description du procédé de fractionnement

Dans le chapitre II procès de traitement et liquidation de gaz. À partir de la page 36 jusqu'à la page 40 nous avons fait une description détaillé de la section de fractionnement

III.12.2. Préoccupations

L'absence de ligne de drainage de circuit la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51 vers le système de rejet liquide au niveau du train de liquéfaction constitue une préoccupation majeure en cas de présence des traces de liquide au niveau de ces lignes au moment d'un arrêt du train à longue durée.

L'opération de drainage de circuit de de la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51 vers le système de rejet liquide au niveau du train de liquéfaction aidera l'exploitant à éliminera toutes traces d'hydrocarbures liquide pour préparer les installations pour des travaux de maintenance.

III.12.3. Analyse

Colonne DEBUTANISATION X10-F-07.51 :

L'opération de vidange de la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51 constituera une contrainte pour l'exploitation en cas de recours à un arrêt de longue durée du train afin d'éviter la circulation du produit lourde vers la sphère gazoline.

La proposition de modification pour éliminer tous les hydrocarbures lourds accumulés vers le système rejet liquide, se résume à :

Installation d'une ligne de drainage du fond de la colonne «X10-F-07.51 » pour drainer le liquide vers le système rejet liquide.

III.12.4. Modification proposée

La présente proposition de modification est développée moyennant l'élimination des liquides vers le système rejet liquide.

Elle consiste à l'installation de lignes suivante :

- .1". D-X1009-903 pour la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51.

Pour le drainage venant des différents circuits vers le ballon tampon X08-G-02.0I.

Les nouvelles lignes de drainage désignées par :

- 1".D-X1009-903 sera interconnectée la ligne 3"G.X1002-903 au collecteur de la ligne 2"D-X1004-903.

III.12.5. Réalisation de la modification

La réalisation de cette modification nécessite Pour la Colonne DEBUTANISATION X10.F.07 :

- Arrêt du train.
- Insertion deux brides pleine au niveau la ligne 3"G.X1002-903 entre sortie refroidisseur d'essence X10-E-07.58 et la vanne de garde da la vanne LV-X1005 et fermeture du by-pass de la ligne 1" de la vanne LV.X1005.
- Insertion une SOCKOLET (3/4.") Sur la 3"G-X1002-903, conformément au plan isométrique PS-85-X10-23 REV 0.
- Coupe à chaud sur la ligne 2"D.X1004-903 et insertion d'un té réduit 2"X2"X1" sur la même ligne.
- Confection de la ligne 1"D-X1009-903, conformément au plan PS.d5.X10-23 REV 0.
- Installation de la ligne 1"D-X1009-903, conformément au plan PS-d5-X10-23 REV 0.
- Réalisation de joints de soudure site pour ajustement de la ligne. 1""D-X100

Le déroulement de l'étude HAZOP est suit les étapes suivantes :

Dans un premier temps, nous avons sollicité une équipe de travail pluridisciplinaire ayant une connaissance technique et opérationnelle du procédé du DEBUTANISATION à étudier.

- La liste des participants assistés dans cette étude est montrée dans le tableau ci-après :

| Nom & Prénom | Fonction / GN.Z1 |
|------------------|------------------|
| MOHAMED ABCHICH | Ingénieure HSE |
| DRID OUALID | Stagiaire |
| ATBA TAQUI EDINE | Stagiaire |

Durant l'étude nous avons exploité les données suivantes :

- Schémas P&ID du procédé étudié notamment la section,
- Manuel opératoire de l'unité des liquéfactions DEBUTANISEURE,
- Valeurs des seuils d'alarmes et déclenchements (nous n'avons pas ce document)

Le procédé à analyser doit être découpé en sous-systèmes appelés Nœuds à partir du plan P&ID, définissant chacun une fonction principale. Chaque nœud peut se composer de l'équipement, de l'instrument et/ou de la tuyauterie, selon la complexité du procédé

Les nœuds sélectionnés pour la présente étude sont listées dans le tableau ci-dessous

| N° | Nœud | PID associés |
|----|---|-------------------|
| 01 | Colonne de DEBUTANISEURE 110-F07.51 vers Ligne de drainage 1''D-11009-903 | 85-x10-10.1 REV.6 |
| 02 | Ligne de drainage 1''D-11009-903 vers réservoir Tampon d'évacuation de liquide 108-G-201 | 85-x10-10.1 REV.6 |
| 03 | Réservoir Tampon d'évacuation de liquide 108-G-201 vers TO 8'' D 77004 | 85-x00-10.3 REV.8 |

- Plus des informations pour les PID voir l'annexe F

Chaque déviation identifiée est évaluée sur la base de la matrice d'évaluation des risques de SONATRACH, en termes de probabilité d'occurrence, de gravité et le niveau de risque.

III.12.6. Feuille de travail de l'étude HAZOP

Les résultats des discussions menées au sein du groupe de travail sont synthétisés dans les tableaux Présentés ci-dessous.

On a utilisé des questions typiques pour le tracé de tableau du HAZOP voir annexe D qui englobe ces questions typiques

III.13. Python ^[9]

III.13.1. Introduction

Python est un langage de programmation puissant et facile à apprendre. Il dispose de structures de données de haut niveau et permet une approche simple mais efficace de la programmation orientée objet (OOP). Parce que sa syntaxe est élégante, que son typage est dynamique et qu'il est interprété, Python est un langage idéal pour l'écriture de scripts et le développement rapide d'applications dans de nombreux domaines et sur la plupart des plateformes. Applications pour Python

III.13.2. Utilisation de python ^[9]

On utilise le python dans ces domaines suivants :

- Développement Web et Internet
- Accès à la base de données
- GUI de bureau
- Scientifique & Numérique
- Éducation
- Programmation réseau
- Développement de logiciels et de jeux

III.13.3. Avantages de python ^[9]

Python domine les autres langages par ses avantages.

1. Bibliothèques étendues : Téléchargements Python avec une bibliothèque complète et contiennent du code à des fins diverses telles que les expressions régulières, la génération de documentation, les tests unitaires, les navigateurs Web, le filetage, les bases de données, le CGI, le courrier électronique, la manipulation d'images, etc. Nous n'avons donc pas à écrire manuellement le code complet pour cela.
2. Extensible : Comme nous l'avons vu précédemment, Python peut être étendu à d'autres langues. Vous pouvez écrire une partie de votre code dans des langages comme C ++ ou C. Cela est pratique, en particulier dans les projets.
3. Intégrable : Complémentaire à l'extensibilité, Python est également intégrable. Vous pouvez mettre votre code Python dans votre code source d'un langage différent,

comme C ++. Cela nous permet d'ajouter capacités de script à notre code dans l'autre langue.

4. Amélioration de la productivité : La simplicité du langage et les bibliothèques étendues rendent les programmeurs plus productif que les langages comme Java et C ++. En outre, le fait que vous ayez besoin d'écrire moins et de faire plus de choses.
5. Simple et facile : Lorsque vous travaillez avec Java, vous devrez peut-être créer une classe à imprimer 'Bonjour le monde'. Mais en Python, juste une instruction d'impression fera l'affaire. C'est aussi assez Facile à apprendre, comprendre, et code. C'est pourquoi lorsque les gens choisissent Python, ils ont du mal à s'adapter à d'autres langages plus verbeux comme Java.
6. Lisible : Parce que ce n'est pas un langage aussi verbeux, la lecture de Python ressemble beaucoup à la lecture de l'anglais. C'est la raison pour laquelle il est si facile à apprendre, à comprendre et à coder. Il n'a pas non plus besoin d'accolades pour définir les blocs, et l'indentation est obligatoire. Cela facilite davantage la lisibilité du code.
7. Orienté objet : Cette langue prend en charge à la fois procédural et orienté objet paradigmes de programmation. Alors que les fonctions nous aident à réutiliser le code, les classes et les objets nous permettent de modéliser le monde réel. Une classe permet encapsulation de données et fonctionne en un seul.
8. Libre et open-source : Comme nous l'avons dit plus tôt, Python est disponible gratuitement. Mais vous pouvez non seulement télécharger Python gratuitement, mais vous pouvez également télécharger son code source, y apporter des modifications et même le distribuer. Il se télécharge avec une vaste collection de bibliothèques pour vous aider dans vos tâches.
9. Portable : Lorsque vous codez votre projet dans un langage comme C ++, vous devrez peut-être y apporter des modifications si vous souhaitez l'exécuter sur une autre plateforme. Mais ce n'est pas la même chose avec Python. Ici, vous devez coder une seule fois et vous pouvez l'exécuter n'importe où. C'est appelé Écrire une fois n'importe où

(WORA). Cependant, vous devez être assez prudent pour ne pas inclure de fonctionnalités dépendant du système.

10. Interprété : Enfin, nous dirons qu'il s'agit d'un langage interprété. Étant donné que les instructions sont exécutées une par une, le débogage est plus facile que dans les langues compilées.

11. Moins de codage : Presque toutes les tâches effectuées en Python nécessitent moins de codage lorsque la même tâche est effectuée dans d'autres langues. Python dispose également d'un support de bibliothèque standard génial, vous n'avez donc pas à rechercher de bibliothèques tierces pour faire votre travail. C'est la raison pour laquelle de nombreuses personnes suggèrent d'apprendre le Python aux débutants.

12. Python est pour tout le monde

III.13.4. Description de programme

Notre programme crée par PYCHARM COMMUNITY Edition 2020.1.1, il contient 1201 lignes. Ce programme contient 2 parties :

Partie des définitions recueillent :

1. Définition de la méthode HAZOP.
2. utilisation du HAZOP
3. Informations exigées
4. Guide-Words (Mots guides)
5. Autres techniques d'évaluation des risques

Partie du tableau HAZOP recueille :

1. 3 mots-clés.
2. 4 paramètres.
3. 12 dérivés possibles.
4. Des causes possibles pour 12 dérivés.
5. Des recommandations pour les plus dangereuses conséquences.

Le rôle de notre programme est définie la méthode HAZOP et aide à remplir le tableau par les causes et conséquences et les recommandations proposé par le.

III.13.5. Quelques figures représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

"C:\Users\oualid drid\PycharmProjects\untitled1\venv\Scripts\python.exe" "C:/Users/oualid drid/PycharmProjects/untitled1/oualiddrid.py"
hello
Méthode d'analyse des risques
HAZOP
Svp choisir votre option:
-1: Définition.
-2: Tableau_Hazop.

La technique HAZOP (Hazard and Operability study) a été développée par la société IMPERIAL
CHEMICAL INDUSTRIE (ICI) au début des années 1970. Cette méthode est particulièrement
utile pour l'examen des systèmes pour lesquels des paramètres comme le Débit, la Température,
la Pression, le Niveau et la Concentration sont particulièrement importants pour l'installation.
C'est une technique systématique et structurée qui prend en considération les déviations par
rapport au design par l'application de mots guides (guidewords)

svp choisir votre option:
1: autre option
2: retour

svp choisir votre option
1: utilisation du HAZOP
2: Informations exigées
3: Guide-Words (Mots guides)
4: Autres techniques d'évaluation des risques
5: retour

```

Figure III.1. figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

svp choisir votre option
1: utilisation du HAZOP
2: Informations exigées
3: Guide-Words (Mots guides)
4: Autres techniques d'évaluation des risques
5: retour

1-Très tôt dans la phase design (conception des installations.)
2-Lors de la phase détaillée du design ligne par ligne .
3-Une modification majeure dans une installation.

svp choisir votre option
1: utilisation du HAZOP
2: Informations exigées
3: Guide-Words (Mots guides)
4: Autres techniques d'évaluation des risques
5: retour

merci pour votre attention
bienvenue autre fois
hello
methode analyse des risques
HAZOP
svp choisir votre option:
-1: defintion.
-2: tableau_Hazop.

```

Figure III.2. figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

-2:tableau_Hazop.
choisir un mot-clé :
1- plus de.
2- moins de.
3- pas de.
plus de
choisir un paramètre :
1- pression.
2- débit.
3- niveau.
4- temperature.
pression
choisir un numéro du mot-clé et de la temperature: 1
plus de pression
Entrez numero de votre dérivé : 1
les causes possibles sont :
1-Haute pression en amont.
2-Bouchage.
3-Vanne fermée.

choisir une conséquence :
1 :explosion.
2 :Absence du fluide au niveau de la ligne.
3 :haute temperature-pression- débit-niveau.
4 :choc thermique.
5 :Produit hors spécification.
    
```

Figure III.3.figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

3- niveau.
4- temperature.
pression
choisir un numéro du mot-clé et de la temperature: 1
plus de pression
Entrez numero de votre dérivé : 1
les causes possibles sont :
1-Haute pression en amont.
2-Bouchage.
3-Vanne fermée.

choisir une conséquence :
1 :explosion.
2 :Absence du fluide au niveau de la ligne.
3 :haute temperature-pression- débit-niveau.
4 :choc thermique.
5 :Produit hors spécification.
explosion.
choisir votre consequence
les Recommendations preposer :
1-Prévoir un planning de contrôle systématique des instruments de mesure. et Installation dans les lignes des entrées et des sorties.
2-Assurer que les détecteurs de gaz sont plantés en nombre suffisants autour de la zone.
3-étudier la possibilité de prévoir un arrêt d'urgence automatique en présence d'une quantité de gaz qui dépasse les 40% de LIE et Ajouter des détecteurs des f
choisir un mot-clé :
1- plus de.
2- moins de.
3- pas de.
    
```

Figure III.4.figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

C:\Users\oualid drid\output\oualiddrid.exe
bienvenue autre fois
hello
methode analyse des risques
HAZOP
svp choisir votre option:
-1:definition.
-2:tableau_Hazop.
2
choisir un mot-clé :
1- plus de.
2- moins de.
3- pas de.2
moins de
choisir un paramètre :
1- pression.
2- débit.
3- niveau.
4- temperature.2
debit
choisir un numéro du mot-clé et de la temperature:22
moins de débit
Entrenn numero de votre dérivé :22
les causes possibles sont:
1-debit faible en amont.
2-vanne de drainage faible.
3-defaillance de instrumentation d'indication de débit.
choisir une consequence :
1 :explosion.
2 :Absence du fluide au niveau de la ligne.
3 :haute temperature-pression- débit-niveau.
4 :choc thermique.
5 :Produit hors spécification.3
haute temperature-pression- débit-niveau.
choisir votre consequence3
les Recommendations proposer :
1-Prévoir un planning de contrôle systématique des instruments de mesure. et Installation dans les lignes des entrées et des sorties.
2-Assurer que les détecteurs de gaz sont plantés en nombre suffisants autour de la zone.
choisir une consequence :
1 :explosion.
2 :Absence du fluide au niveau de la ligne.
3 :haute temperature-pression- débit-niveau.
4 :choc thermique.
5 :Produit hors spécification.
    
```

Figure III.5.figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

```

C:\Users\oualid drid\output\oualiddrid.exe
svp choisir votre option:
-1:definition.
-2:tableau_Hazop.
1
La technique HAZOP (Hazard and Operability study) a été développée par la société IMPERIAL
CHEMICAL INDUSTRIE (ICI) au début des années 1970. Cette méthode est particulièrement
utile pour l'examen des systèmes pour lesquels des paramètres comme le Débit, la Température,
la Pression, le Niveau et la Concentration sont particulièrement importants pour l'installation.
C'est une technique systématique et structurée qui prend en considération les déviations par
rapport au design par l'application de mots guides (guidewords)
svp choisir votre option:
1:autre option
2:retour
1
svp choisir votre option
1:utilisation du HAZOP
2:Informations exigées
3:Guide-Words (Mots guides)
4:Autres techniques d'évaluation des risques
5:retour
3
La technique HAZOP repose sur un brainstorming. Le brainstorming est un outil efficace mais il
est difficile de s'assurer qu'il est suffisamment pertinent pour éviter de rater une problématique
liée à l'exploitation d'une installation.
La méthodologie repose sur un ensemble de sept mots de base qui devraient être appliqués à tous
les paramètres importants du procédé objet de l'étude, et ce, afin d'identifier les écarts par rapport
à l'intention de conception
svp choisir votre option
1:utilisation du HAZOP
2:Informations exigées
3:Guide-Words (Mots guides)
4:Autres techniques d'évaluation des risques
5:retour
5
Merci pour votre attention
bienvenue autre fois
hello
methode analyse des risques
HAZOP
svp choisir votre option:
-1:definition.
-2:tableau_Hazop.
    
```

Figure III.6.figure représentatives la méthode d'exécution de notre programme

Pour plus des informations sur ce programme voire ANNEXE C

Conclusion

Lors de déroulement de l'étude HAZOP et après analyse du schéma procès (P&ID) de la section de la ligne de drainage de circuit de la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51 vers les systèmes de rejet liquide, nous avons constaté quelques insuffisances en matière de sécurité de procès, c'est pour cela, nous avons proposé un ensemble des actions pour remédier aux problèmes rencontrés et qui seront mis en application selon le modèle de fiche d'action proposé.

Conclusion générale

Ce projet est fait pour l'objet de répondre à la problématique que nous avons soulevé lors de notre stage pratique au niveau du complexe GL1/Z.

Nous avons choisis l'étude HAZOP comme un cas pratique qui a donné des résultats très précieuses pour améliorer la sécurité du procès de l'usine et la ligne qui nous avons ajouté au fond de la colonne DEBUTANISEUR vers rejet liquide et améliorer le niveau de la sécurité de tous les équipements par un ensemble des actions que nous avons proposées suite à nos résultats HAZOP.

Nous avons appliqué les exigences de référentiel de SONATRACH « Identification de Danger et Evaluation des Risques HSE » comme un support de base pour réaliser cette étude et aussi pour mettre en évidence l'utilité d'autres techniques d'évaluation des risques et leurs applications.

En plus de la démarche HAZOP que nous avons utilisé dans le cadre de ce projet, nous avons aussi mis en place un programme crée par PYTHON pour l'identification de cette méthode et l'aide de proposer les causes et les conséquences possibles pour remplir les tableaux.

Ce projet joue un rôle très important à court terme vu qu'il fait une partie intégrante de complexe GL1/Z :

- Elaborer une procédure de mise en application de référentiel de SONATRACH « Identification de danger et évaluation des risques » au niveau du complexe GL1Z.
 - Actualiser la procédure de l'étude HAZOP de la section de la colonne DEBUTANISEUR par rapport au présent référentiel.
 - Faire l'analyse des risques par méthode HAZOP pour la nouvelle ligne de drainage de circuit de la colonne de DEBUTANISATION X10-F-07.51 vers les systèmes de rejet liquide
-

Références bibliographie

[1] : *AL HUFFPOST Maghreb*, SONATRACH et Total signent un accord pour construire une usine de pétrochimie à Arzew » ,11 mai 2018

[2] : Hamid Guemache, « SONATRACH veut assurer 50% de ses exportations par ses propres moyens » sur Algeria Watch, 10 janvier 2008

[3] : Fiche technique du complexe G11/Z

[4] : NATURAL GAS PRODUCTION ENGINEERING :Chiu .Ikoku The Pennsylvania state university ; KRIEGER PUBLISHING COMPANY 1992 Original Edition 1984

[5]: Engineering DATA BOOK 11th Edition (Electronic) . SI Volumes I et II

[6] : METHODES ET APPAREILS DE L'INDUSTRIE DU PETROLE : A.SKOBLO, I. TREGOUBOVA, N. EGOROV; Tome I Editions Ecole Supérieure - MOSCOU

[9] : Site d'internet officiel (<https://www.python.org>)

Les annexes

La liste de matérielle de colonne DEBUTANISATION

VII.2 Colonne Débutanisation X10-F-07.51 :

La liste de matériel de tuyauterie est tirée du plan isométrique n° PS-85-X10-23 REV.0 selon les spécifications R903 & R1940.

| N° | DESCRIPTIONS | QUANTITE PAR TRAIN | QUANTITE TOTALE |
|----|--|--------------------|-----------------|
| 01 | PIPE BEVELLED ENDS 1", SCH.40 SEAMLESS CARBON STEEL, API-5L Gr.B "PAE 021" SPEC. R903 | 5.5 ML | 33 ML |
| 02 | PIPE BEVELLED ENDS 1", SCH.40 SEAMLESS CARBON STEEL, API-5L Gr.B "PAE 021" SPEC. R903 | 0.7ML | 4.2ML |
| 03 | 90° ELBOW 1", 3000LB SW- CARBON STEEL A105 NOMALIZED "SLB 016" SPEC. R903 | 05 | 30 |
| 04 | 90° ELBOW 3/4", 3000LB SW- CARBON STEEL A105 NOMALIZED "SLB 016" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 05 | FULL TEE 3/4", 3000LB SW- CARBON STEEL A105 NOMALIZED "STB 016" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 06 | REDUCING INSERT 1"x3/4", 3000LB SW- CARBON STEEL A105 NOMALIZED "SKO 016" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 07 | FULL TEE 2", SCH.40- CARBON STEEL A234 Gr. WPB SEAMLESS "WTE 031" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 08 | CONCENTRIC REDUCER 2"x1" SCH.40- CARBON STEEL A234 Gr. WPB SEAMLESS "WTE 031" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 09 | SOCKOLET 3/4" 3000LB SW- CARBON STEEL A105 NOMALIZED "SWB 016" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 10 | FLANGE 3/4", 150LB RF SW SCH.40 CARBON STEEL A105 NOMALIZED 3.2 to 6.3 Ra FACING "CBE 017" SPEC. R903 | 02 | 12 |
| 11 | GATE VALVE 1", API-602, 800LB CARBON STEEL, OS&Y, BOLTED BONNET, RENEW. SEATS "2DO06043C" SPEC. R903 | 02 | 12 |
| 12 | GATE VALVE 3/4", API-602, 800LB CARBON STEEL, OS&Y, BOLTED BONNET, RENEW. SEATS "2DO06043C" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 13 | GASKET 3/4", 150LB RF, STAINLESS STEEL CENTERING RING TYPE 316 SS SPIRAL WOUND WITH GRAPHITE FILLER "QBM 553" SPEC. R903 | 01 | 06 |
| 14 | STUD BOLTS WITH TWO NUTS 1/2"x65, ALLOY STEEL A193 Gr.B7 BOLTS & A194 Gr.2H NUTS | 04 | 24 |

Liste des questions HAZOP typique (questions incitatives)

Les questions suivantes ont été utilisées dans le cadre d'une HAZOP réalisée dans notre mémoire

Liste de contrôle du processus

Matériaux

1. Quels sont les matériaux instables ou spontanément inflammables ?
Commentaires
2. Quelle évaluation a été faite de la sensibilité aux impacts ?
3. Une évaluation de la possibilité d'une réaction ou d'une décomposition incontrôlée a-t-elle été effectuée
4. Quelles sont les données disponibles sur la quantité et le taux de dégagement de chaleur pendant la décomposition du matériau en cours de traitement ?
5. Quelles précautions sont nécessaires pour les matériaux inflammables ?
6. Quels sont les risques de poussières inflammables ?
7. Quels matériaux sont hautement toxiques ?
8. Qu'est-ce qui a été fait pour s'assurer que les matériaux de construction sont compatibles avec les matériaux du processus chimique qui sont impliqués ?
9. Quel contrôle de maintenance est nécessaire pour garantir le remplacement des matériaux appropriés, par exemple, pour éviter une corrosion excessive ? Pour éviter la production de composés dangereux lors des réactions ?
10. Quels sont les changements intervenus dans la composition de l'identification et de la qualité des matières premières ?

Réactions

1. Comment les réactions potentiellement dangereuses sont-elles isolées ?
 2. Quelles sont les variables du procédé qui pourraient ou qui s'approchent des conditions limites du danger ?
 3. Quelles réactions dangereuses indésirables peuvent se développer en raison de conditions d'écoulement ou de processus improbables ou de contaminations ?
 4. Quels mélanges combustibles peuvent se produire dans l'équipement ?
-

5. Quelles précautions sont prises pour les procédés fonctionnant à proximité ou à l'intérieur des limites d'inflammabilité ?
6. Quelles sont les marges de sécurité du procédé pour tous les réactifs et intermédiaires ?
7. Quels sont les taux de réaction disponibles sur les réactions normales. Ou anormalement possibles ?
8. Quelle quantité de chaleur doit être éliminée pour les réactions exothermiques normales. Ou anormalement possibles ?
9. Quelles réactions dangereuses peuvent se développer à la suite d'une défaillance de l'équipement mécanique (pompe, agitateur, etc.) ?

Opérations

1. Quand les procédures d'exploitation écrites sont-elles été revues et révisées pour la dernière fois ?
2. Quelles sont les modifications apportées à l'usine depuis la dernière révision de la sécurité des procédés ?
3. Quelles sont les exigences particulières en matière de nettoyage avant le démarrage et comment sont-elles contrôlées ?
4. Quelles vannes et quels interrupteurs d'urgence peuvent être atteints facilement ? Quelles sont les procédures mises en place pour faire face à ces situations ?
5. Quels sont les risques liés au processus introduits par les procédures d'entretien de routine ?

Équipement

1. Compte tenu des modifications apportées au procédé depuis la dernière révision de la sécurité du procédé.
 2. Les systèmes de ventilation sont-ils équipés de collecteurs et si oui, quels sont les risques qui peuvent en résulter ? Quels risques peuvent en résulter ?
 3. Quelle procédure existe-t-il pour garantir un niveau de liquide adéquat dans les joints liquides ?
 4. Quel est le potentiel d'un incendie externe qui pourrait créer des conditions de processus internes dangereuses ?
-

5. Un équipement de suppression des explosions est-il nécessaire pour arrêter une explosion une fois qu'elle a commencé ?
6. Où les arrête-flammes et les arrête-détonations sont-ils nécessaires ?
7. Quels sont les risques liés à la défaillance des agitateurs ?
8. Quels sont les risques de bouchage des conduites et quels sont les dangers ?
9. Quelles sont les dispositions nécessaires pour un drainage complet de l'équipement pour la sécurité de l'entretien ?

Tuyauterie et vannes

1. Les systèmes de tuyauterie ont-ils été analysés pour déterminer les contraintes et les mouvements dus aux dilatations thermiques ?
2. Les systèmes de tuyauterie sont-ils adéquatement soutenus et guidés ?
3. Les systèmes de tuyauterie sont-ils dotés d'une protection contre le gel, en particulier les conduites d'eau froide. Les raccordements d'instruments et les conduites en service en cul-de-sac, comme les conduites des pompes de secours ?
4. Des dispositions sont-elles été prises pour rincer toutes les tuyauteries lors de la mise en service ?
5. Evite-t-on d'utiliser des vannes en fonte dans les tuyauteries d'écoulement ?
6. Les vannes à tige non montante sont-elles évitées ?
7. Des vannes doubles de blocage et de purge sont-elles utilisées pour les raccordements d'urgence où une éventuelle contamination croisée n'est pas souhaitable ?
8. Les contrôleurs et les vannes de contrôle sont-ils facilement accessibles pour la maintenance ?
9. Toutes les vannes de contrôle sont-elles vérifiées pour une action sûre en cas de panne d'électricité ou d'air des instruments ?

Contrôle de l'instrumentation

1. Quels sont les risques encourus si tous les types d'énergie motrice utilisés dans l'instrumentation tombent en panne presque simultanément ?
 2. Si tous les instruments tombent en panne simultanément, le fonctionnement collectif est-il toujours sûr ?
-

3. Quelles dispositions sont prises pour la sécurité du processus lorsqu'un instrument, qui joue un rôle important dans la sécurité et le contrôle du processus, est mis hors service pour la maintenance ? Lorsqu'un tel instrument passe par une période d'arrêt pour normalisation ou lorsque, pour une autre raison, la lecture de l'instrument n'est pas disponible ?
4. Quels sont les effets des extrêmes d'humidité et de température atmosphériques sur l'instrumentation ?
5. Le système est-il totalement dépourvu de verre de sécurité ou de jauges de niveau de liquide à lecture directe ou d'autres dispositifs qui, s'ils sont brisés, pourraient permettre la fuite des matériaux du système ?
6. Que fait-on pour vérifier que les ensembles d'instruments sont correctement installés ? Mis à la terre ? Conçus de manière appropriée pour l'environnement ?

Défauts de fonctionnement

1. Quels risques sont créés par la perte de chaque alimentation et par la perte simultanée de deux ou plusieurs alimentations ?
2. Quels sont les dangers résultant de la perte de chaque alimentation. et de la perte simultanée de deux ou plusieurs alimentations ?
3. Quel est l'incident crédible le plus grave, c'est-à-dire la pire combinaison concevable de dysfonctionnements raisonnables. Qui peut se produire ?
4. Quel est le risque de déversement et quels sont les dangers qui en résulteraient ?

Emplacement et plan du site

1. L'équipement va-t-il été espacé et localisé de manière adéquate pour permettre la maintenance prévue pendant les opérations sans danger pour le processus ?
 2. Dans le cas des types de déversements prévisibles, quels seront les dangers pour la communauté ?
 3. Quels sont les risques liés aux matériaux déversés dans les égouts des zones voisines ?
 4. Quels sont les risques de responsabilité publique liés aux pulvérisations, fumées, brouillards, bruits, etc. et comment ont-ils été contrôlés ou minimisés ?
-

PID associés

85-x10-10.1 REV.6

85-x00-10.3 REV.8

```

913 definition = int(input("svp choisir votre option:\n"
914                        "1:autre option\n"
915                        "2:retour\n"))
916 definition = int(definition)
917 if definition == 1:
918     try:
919         var = {
920             1: "utilisation du HAZOP ",
921             2: "Informations exigées",
922             3: "Guide-Words (Mots guides)",
923             4: "Autres techniques d'évaluation des risques",
924             5: "retour",
925         }
926         var = int(input("svp choisir votre option\n"
927                        "1:utilisation du HAZOP\n"
928                        "2:Informations exigées\n"
929                        "3:Guide-Words (Mots guides)\n"
930                        "4:Autres techniques d'évaluation des risques\n"
931                        "5:retour\n"))
932
933         if var == 1:
934             print("1-Très tôt dans la phase design (conception des installations.\n"
935                   "2-Lors de la phase détaillée du design ligne par ligne.\n"
936                   "3-Une modification majeure dans une installation.\n")
937
938             i = 0
939             while i < 1:
940                 oualid_1()
941
942         elif var == 2:
943             print("> La description du procédé.\n"
944                   "> Les systèmes de régulation du procédé.\n"
945                   "> Les bilans matières et énergie.\n"
946                   "> Les données sur les produits.\n")

```

```

885
886 # notre programme
887 print("\thello\n")
888     "methode analyse des risques \n"
889     "HAZOP")
890
891 try:
892     option: {
893         1: "definition",
894         2: "tableau_hazop",
895     }
896     option = int(input("svp choisir votre option:\n"
897                      "-1:definition. \n"
898                      "-2:tableau_Hazop.\n"))
899
900     option = int(option)
901
902     if option == 1:
903         print("""
904             La technique HAZOP (Hazard and Operability study) a été développée par la société IMPERIAL
905             CHEMICAL INDUSTRIE (ICI) au début des années 1970. Cette méthode est particulièrement
906             utile pour l'examen des systèmes pour lesquels des paramètres comme le Débit, la Température,
907             la Pression, le Niveau et la Concentration sont particulièrement importants pour l'installation.
908             C'est une technique systématique et structurée qui prend en considération les déviations par
909             rapport au design par l'application de mots guides (guidewords)""")
910
911         try:
912             definition = {
913                 1: "autre option",
914                 2: "retour",
915             }
916             definition = int(input("svp choisir votre option:\n"
917                                  "1:autre option\n"
918                                  "2:retour\n"))

```

```

943     "> Les données sur les produits.\n"
944     "> Les PID et/ou PFD.\n"
945     "> Les schémas d'implantation et les fiches réflexes.\n"
946     "> Les spécifications des équipements.\n"
947     "> Les procédures et séquences de démarrage et d'arrêt.\n"
948     "> Les procédures d'exploitation et procédures d'arrêt d'urgence.\n"
949     "> Les spécifications des organes de sécurité (soupapes, disques de ruptures, etc).\n"
950     "> Les systèmes de drainages.\n")
951     i = 0
952     while i < 10:
953         oualid_1()
954     elif var == 3:
955         print(
956             "La technique HAZOP repose sur un brainstorming. Le brainstorming est un outil efficace mais il\n"
957             "est difficile de s'assurer qu'il est suffisamment pertinent pour éviter de rater une problématique\n"
958             "liée à l'exploitation d'une installation.\n"
959             "La méthodologie repose sur un ensemble de sept mots de base qui devraient être appliqués à tous \n"
960             "les paramètres importants du procédé objet de l'étude, et ce, afin d'identifier les écarts par rapport\n"
961             "à l'intention de conception")
962     i = 0
963     while i < 1:
964         oualid_1()
965     elif var == 4:
966         print("1-Hazard Identification (HAZID)\n"
967             "2-La méthode (FMEA) Failure Mode and Effect Analysis (AMDEC)\n"
968             "3-Structured WHAT IF technique (SWIFT)\n"
969             "4-Arbre des défaillances (FTA)\n"
970             "5-Arbre des Evénements (ETA)\n"
971             "6-Job safety analysis (JSA)\n"
972             "7-Quantitative Risk Assessment (QRA)\n"
973             "8-Brainstorming (Group Risk Assessment GRA)\n")

```

```

973     "8-Brainstorming (Group Risk Assessment GRA)\n"
974     "9-Safety Integrity Level assessment (SIL)")
975     i = 0
976     while i < 1:
977         oualid_1()
978     elif var == 5:
979         print("merci pour votre attention\n"
980             "bienvenue autre fois")
981     i = 0
982     while i < 1:
983         oualid()
984     else:
985         print("choix invalide")
986     i = 0
987     while i < 1:
988         oualid_1()
989     except ValueError:
990         print("choix invalide choisir autre fois")
991     i = 0
992     while i < 1:
993         oualid_1()
994     elif definition == 2:
995         i = 0
996         while i < 1:
997             oualid()
998     else:
999         print("choix invalide")
1000     i = 0
1001     while i < 1:
1002         oualid_2()
1003

```

```

1002         oualid_2()
1003
1004     except ValueError:
1005         print("valeur invlable")
1006         i = 0
1007         while i < 1:
1008
1009             oualid_2()
1010     if option==2:
1011         try:
1012             mot_clé = {
1013                 1: "plus de",
1014                 2: "moins de",
1015                 3: "pas de",
1016             }
1017             var = int(input("choisir un mot-clé :\n"
1018                 "1- plus de.\n"
1019                 "2- moins de.\n"))
1020             print(mot_clé.get(var, "choix invalide.))
1021
1022
1023
1024         try:
1025
1026             parametre = {
1027                 1: "pression",
1028                 2: "debit",
1029                 3: "niveau",
1030                 4: "temperature",
1031             }
1032             var = int(input("choisir un paramètre :\n

```

```

1033                 "1- pression.\n"
1034                 "2- débit.\n"
1035                 "3- niveau.\n"
1036                 "4- temperature."
1037             ))
1038             print(parametre.get(var, "choix invalide.))
1039     except ValueError:
1040         taki_()
1041
1042     try:
1043         dérive = {
1044             11: "plus de pression ",
1045             12: "plus de débit ",
1046             13: "plus de niveau",
1047             14: "plus de temperature",
1048             21: "moins de pression ",
1049             22: "moins de débit",
1050             23: "moins de niveau",
1051             24: "moins de temperature",
1052             31: "pas de pression ",
1053             32: "pas de débit",
1054             33: "pas de niveau",
1055             34: "pas de temperature",
1056         }
1057         var = int(input("choisir un numéro du mot-clé et de la temperature:"))
1058         print(dérive.get(var, "choix invalide.))
1059
1060         dérive = int(input(" Entrer numero de votre dérivé :"))
1061         if dérive == 11:
1062             print(" les causes possibles sont :")
1063             print("1-Haute pression en amont.\n

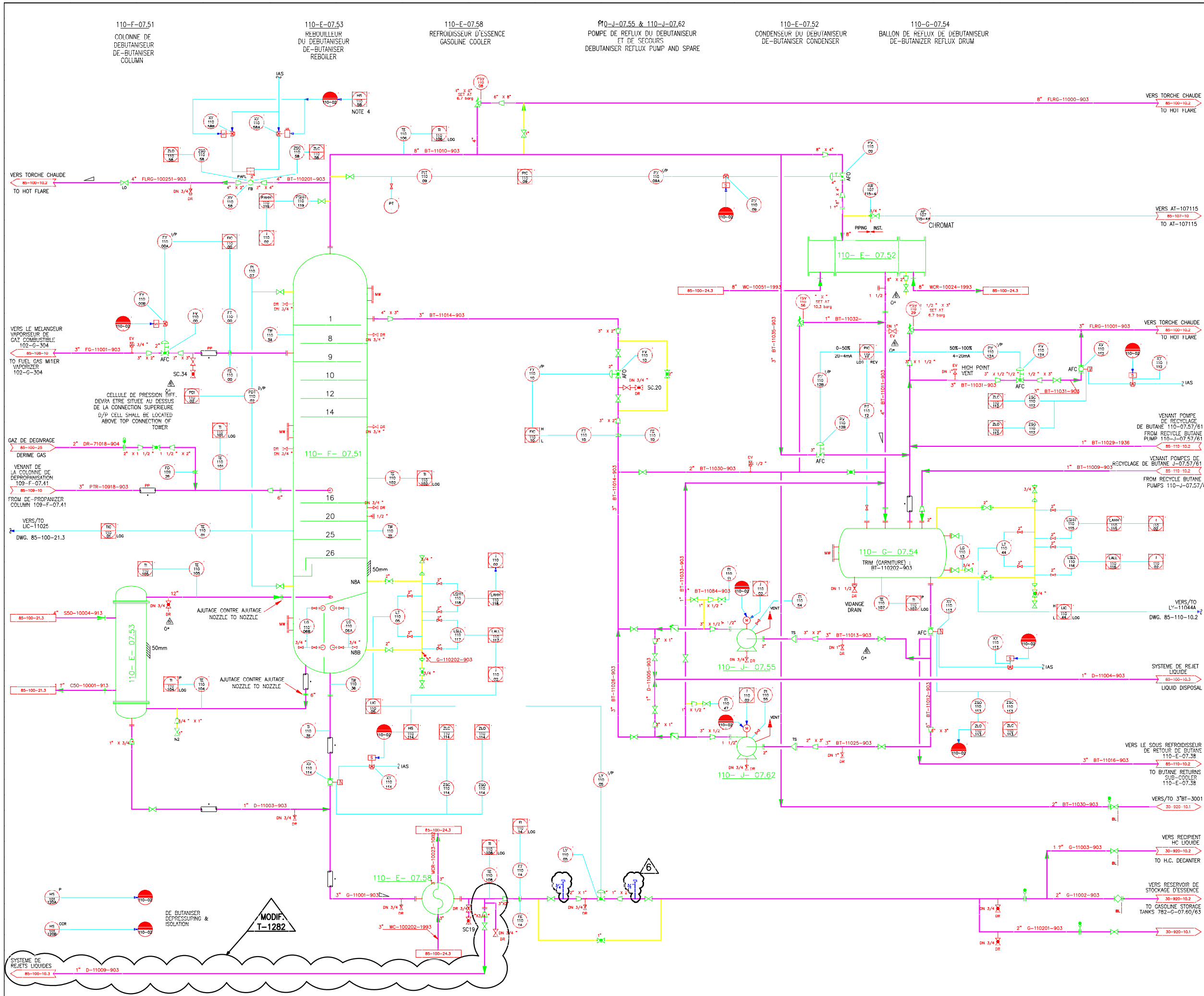
```

```
File Edit View Help oualddid.py - ...oualid did/Desktop
oualddid.py
1063     print("1-Haute pression en amont.\n"
1064           "2-Bouchage.\n"
1065           "3-Vanne fermée.\n")
1066     a()
1067     i = 0
1068     while i < 10:
1069         taki()
1070
1071     elif dérive == 12:
1072         print("les causes possibles sont:")
1073         print("1-Haut débit en amont.\n"
1074               "2-Haute pression.\n"
1075               "3-Fuite externe et interne.\n")
1076     a()
1077     i = 0
1078     while i < 10:
1079         taki()
1080
1081     elif dérive == 13:
1082         print("les causes possibles sont:")
1083         print("1-haut débit.\n"
1084               "2-defaillance de instrumentation d'indication de débit\n")
1085     a()
1086     i = 0
1087     while i < 0:
1088         taki()
1089     elif dérive == 14:
1090         print("les causes possibles sont:")
1091         print("1-haute pression.\n"
1092               "2-Défaillance instrument.\n")
1093     a()
1094
1095
1092:57 CRLF UTF-8 Autosave: off
```

```
File Edit View Help oualddid.py - ...oualid did/Desktop
oualddid.py
1093     "2-Défaillance instrument.\n")
1094     a()
1095     i = 0
1096     while i < 0:
1097         taki()
1098     elif dérive == 21:
1099         print("les causes possibles sont:")
1100         print("1-Bouchage.\n"
1101               "2-fuite externe et interne.\n"
1102               "3-pression en amont faible.\n")
1103     a()
1104     i = 0
1105     while i < 10:
1106         taki()
1107     elif dérive == 22:
1108         print("les causes possibles sont:")
1109         print("1-débit faible en amont.\n"
1110               "2-vanne de crénage faible.\n"
1111               "3-defaillance de instrumentation d'indication de débit.")
1112     a()
1113     i = 0
1114     while i < 10:
1115         taki()
1116     elif dérive == 23:
1117         print("les causes possibles sont:")
1118         print("1-defaillance de instrumentation d'indication de débit.\n"
1119               "2-fuite.")
1120     a()
1121     i = 0
1122     while i < 10:
1123         taki()
1124
1125
1121:34 CRLF UTF-8 Autosave: off
```

```
PC File Edit View Help oualiddrid.py - ...\oualiddrid\Desktop
oualiddrid.py x
1121
1122     while i < 10:
1123         taki()
1124     elif dérive == 24:
1125         print("les causes possibles sont:")
1126         print("1-moins du temperature en amont.\n")
1127         a()
1128         i = 0
1129         while i < 10:
1130             taki()
1131     elif dérive == 31:
1132         print("les causes possibles sont:")
1133         print("1-Pas d'alimentation.")
1134         a()
1135         i = 0
1136         while i < 10:
1137             taki()
1138     elif dérive == 32:
1139         print("les causes possibles sont:")
1140         print("1-vannes d'entrés sont fermer.\n")
1141         print("2-bouchage totale des lignes.")
1142         a()
1143         i = 0
1144         while i < 10:
1145             taki()
1146     elif dérive == 33:
1147         print("les causes possibles sont:")
1148         print("1-pas d'alimentation.")
1149         a()
1150         i = 0
1151         while i < 10:
1150:26 CRLF UTF-8 Autosave: off
```

```
PC File Edit View Help oualiddrid.py - ...\oualiddrid\Desktop
oualiddrid.py •
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183     except ValueError:
1184         print("valeur incorrecte essayer autre fois")
1185         taki()
1186
1187
1188
1189
1190
1191     else:
1192         print("choix invalide essayer autre fois:")
1193         i=0
1194         while i<1:
1195             oualid()
1196
1197
1198     except ValueError:
1199         print("valeur incorrecte essayer autre fois")
1200         i=0
1201         while i < 1:
1202             oualid()
1203
1204
1201:16 CRLF UTF-8 Autosave: off
```

- REMARQUES**
- POUR LES SYMBOLES STANDARD DES EQUIPEMENTS, TUYAUTES ET INSTRUMENTS, SE REFERER AUX PLANS NO. 00-N-11/12.
 - LA VANNE DE DEPRESSURISATION DEVRAIT ETRE ACCESSIBLE A PARTIR DE LA PLATEFORME EXISTANTE.
 - TOUS LES CODES DE CLASSIFICATION DE TUYAUTERIE POUR LES NOUVELLES TUYAUTES ONT POUR REFERENCE A LA SPECIFICATION 20784-L-001. LE PREFIX 'R' EST SOUS ENTENDU.
 - SIGNAL ESD L'EMPORTE HS-11058.
- ⚠ VDR FICHE D'INSPECTION SAFIR

- NOTES**
- FOR STANDARD SYMBOLS FOR EQUIPMENT, PIPING AND INSTRUMENTS REFER TO DWG'S 00-N-11/12.
 - DEPRESSURISATION VALVE SHOULD BE ACCESSIBLE FROM PLATFORM.
 - ALL PIPING CLASS CODES FOR NEW PIPING REFER TO SPECIFICATION 20784-L-001. THE 'R' PREFIX IS IMPLIED.
 - ESD SIGNAL OVERRIDES HS-11058.

CE DIAGRAMME REPRESENTE UNE DISPOSITION TYPE DES 6 TRAINS DE PROCEDURE. DES DIFFERENCES MINEURES EXISTENT SUR CHAQUE TRAIN. THIS DIAGRAM REPRESENTS A TYPICAL ARRANGEMENT FOR THE 6 PROCESS TRAINS. MINOR DISCREPANCIES EXIST ON EACH TRAIN.

CE PLAN EST LA COPIE D'UN DOCUMENT ORIGINAL FOURNI PAR SONATRACH. SON CONTENU TECHNIQUE DEPENDRA LA RESPONSABILITE DE SONATRACH A L'EXCEPTION DES INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES ELABOREES PAR BECHTEL POUR LE PROJET DE RENOVATION. THIS DRAWING IS A COPY OF AN ORIGINAL SONATRACH SUPPLIED DOCUMENT. THE TECHNICAL CONTENT REMAINS THE RESPONSIBILITY OF SONATRACH, EXCEPT TO THE EXTENT THAT THE DRAWING INCORPORATES INFORMATION DEVELOPED BY BECHTEL FOR THE RENOVATION PROJECT.

CE SCHEMA DES TUYAUTES ET INSTRUMENTATION EST DERIVE DES PLANS: THIS PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM IS DERIVED FROM: **85-X10-10.1**

PLAN AS-BUILT 31161

| REV. | DATE | REVISION | BY | CHKD. | APP. |
|------|------|----------|----|-------|------|
| 1 | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------------------|
| ISSUED FOR DESIGN | ISSUED FOR RECORD | ISSUED FOR FINAL | REVISION AS NOTED | AS-BUILT | PLAN NO. BUILT FOR DATE |
| 30-900-10.1 | 30-900-10.2 | 30-900-10.3 | 30-900-10.4 | 30-900-10.5 | 30-900-10.6 |

BECHTEL LIMITED LONDON

SONATRACH UNITE OML RENOVATION COMPLEXE OLI.2 BETHOUALALGERIE

SONATRACH LNG PLANT OLI.2 RENOVATION BETHOUALALGERIE

SCHEMA DES TUYAUTES ET INSTRUMENTATION -PROCEDE UNITE DE LIQUEFACTION DEBUTANISEUR

PROCESS : PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM LIQUEFACTION UNIT DEBUTANISER

| | | | | | |
|---------|-------|-------------|-------------|------|---|
| JOB No. | 20784 | DRAWING No. | 85-110-10.1 | REV. | 6 |
|---------|-------|-------------|-------------|------|---|

| | |
|---------------------|---|
| HAZOP : | Complexe GLIZ |
| Section : | 10 |
| Description : | Fond DC4- ballon rejet liquide G-201 |
| PIDs N° : | 85-X10-10.1 rev7 & 85-X00-10.1 rev6 |
| Groupe de travail : | Ingénieurs procés technique et production; sécurité, DRID OUALID ATBA TAQUI EDINE |
| Date : | 1/06/2021 |

Ligne : 1" D-11009-903

| Déviations | | | Causes | Conséquences | Barrières | Cotation | | | Recommandations |
|---------------------------------------|--------------------|---|---|---|--|----------|---|----|---|
| Paramètres | Mot-clé | N° | | | | P | G | C | |
| Pression | Plus de | 1 | 1-1- Haute pression colonne X10-F-07.51. | 1-1-1- Apparition des fuites. | 1-1-1- Détection haute pression colonne : PSH X10.119, PT-X10.09, PI- X10.07, PSV-X10.08. | | | I | 1.1.1.1- Maintenance corrective et preventive |
| | | | 1-2- Hautes pressions collecteur rejet liquide. | 1-2-1- Freinage et/ou retour. | 1-2-1-1- Sans objet. | | | II | 1-2-1-1-1- Idem 1-1-1-1-1- |
| | | | 1-3- Haute pression du ballon de rejet liquide G-201. | 1-3-1- Idem à 1-2-1. | 1-3-1-1- PI local, la Torche froid. | | | I | 1-3-1-1-1- Sans recommandation |
| | | | 1-4- Bouchage. | 1-4-1- Freinage, fuite, éclatement de la ligne. | 1-4-1-1- LT-X10.05 et LG- X10.06 du fond de la colonne X10-F-07.51, détecteur de gaz GT-X0004. | | | II | 1-4-1-1-1- Idem 1-1-1-1-1- |
| | | | 1-5- Vanne fermée. | 1-5-1- Pas de drainage, freinage. | 1-5-1-1- Idem à 1-4-1-1. | | | I | 1-5-1-1-1- Idem 1-1-1-1-1- |
| | Moins de | 2 | 2-1- Basse pression au niveau de la colonne X10-F-07.51. | 2-1-1- Retour de la gazoline (C5+) du collecteur vers la ligne rejet liquide. | 2-1-1-1- Indication de la pression de la colonne F-07.51, PT-X10.09, PALX10.09, PI-X10.07. | | | | |
| | | | 2-2- Fuite interne au niveau du refroidisseur eau de mer X10-E-758. | 2-2-1- Passage du gaz avec le circuit de l' eau de mer. | 2-2-1-1- LV-X10,05 avec ses vannes de garde, by-pass, vanne d'isolement de la ligne gazoline (C5+) au niveau du rack nord. | | | II | 2-2-1-1-1- Maintenance corrective périodique |
| | | | 2-3- Fuite externe au niveau du circuit. | 2-3-1- Formation d'un nuage gazeux. | 2-3-1-1- Détecteur de gaz GT-X0004, ESD. | | | I | 2-3-1-1-1- Sans recommandation |
| | | | 2-4- Bouchage. | 2-4-1- Idem à 2-1-1 et 2-3-2. | 2-4-1-1- LT-X10.05 et LG- X10.06 du fond de la colonne X10-F-07.51, LAH-X10.05, LSHH-X10.118. | | | I | 2-4-1-1-1- Sans recommandation |
| | | | 2-4-1- Bouchage. | 2-4-1-1- Idem à 2-1-1 et 2-3-2. | 2-4-1-1-1- LT-X10.05 et LG- X10.06 du fond de la colonne X10-F-07.51, LAH-X10.05, LSHH-X10.118. | | | I | 2-4-1-1-1-1- Idem 1-1-1-1-1- |
| | Pas de | 3 | 3-1- Pas d'alimentation. | 3-1-1- Absence du fluide au niveau de la ligne | 3-1-1-1- Sans objet | | | | |
| | | | 4-1- Haute température au fond de la colonne X10-F-07.51. | 4-1-1- Haute pression, risque d'explosion, choc thermique | 4-1-1-1- Indication de la température du fond de la colonne F-7.51 : TIC-X10.01, TI-X10.04, TT-X10.108. | | | I | |
| | | | 4-2- Eau de mer isolée sur le refroidisseur X10-E-07.58. | 4-2-1- Haute pression. | 4-2-1-1- Idem à 1-1-1-1. | | | I | |
| | | | 4-3- Défaillance instrument TTX10108. | 4-3-1- Mauvaise indication de la température | 4-3-1-1- Sans objet. | | | I | 4-3-1-1-1- Maintenance préventive des équipements et des instrumentations des régulations |
| | | | 5-1- Basse température au fond de la colonne X10-F-07.51. | 5-1-1- Bouchage. | 5-1-1-1- Idem à 1-1-1-1. | | | I | 5-1-1-1-1- Idem 2-2-1-1-1- |
| Débit | Plus de | 6 | 6-1- Haut débit en amont. | 6-1-1- Apparition fuite externe et interne. | 6-1-1-1- Détecteur de gaz. | | | | |
| | | | 6-2- Haute pression de la colonne. | 6-1-2- Haute pression. Risque d'éclatement des lignes | 6-1-2-1- Idem 1-1-1-1- | | | | |
| | | | 6-2-1- Haute pression de la colonne. | 6-2-1- Idem à 6-1-1. | 6-2-1-1- Idem à 6-1-1-1, PT, PSH, PSV de la colonne. | | | | 6-2-1-1-1- Prévoir un planning de contrôle systématique des instruments de mesure. et Installation FI/FT dans les lignes des entrées et des sorties |
| | | | 6-3- Fuite externe. | 6-3-1- Formation nuage gazeux. | 6-3-1-1- Idem à 6-1-1-1. | | | II | 6-3-1-1-1- Assurer que les détecteurs de gaz sont plantés en nombre suffisants autour de la zone |
| | | | 6-4- Fuite interne de refroidisseur E-758. | 6-4-1- Perte de débit vers C5+. | 6-4-1-1- FT, détecteur de gaz, LIC, LT, 6-4-2-1 GT 021, ESD | | | II | 6-4-1-1-1- étudier la possibilité de prévoir un arrêt d'urgence automatique en présence d'une quantité de gaz qui dépasse les 40% de LIE et Ajouter des détections des flammes (UV et/ou IR) au tour de l'unité et prévoir un arrêt d'urgence automatique après confirmation d'incendie |
| | Moins de | 7 | 7-1- Bouchage. | 7-1-1- Haute pression et apparition fuite. | 7-1-1-1- LT, LG, GT, LSH. | | | | |
| | | | 7-2- Moins de pression fond de colonne. | 7-2-1- Retour produit. | 7-2-1-1- PT, PAL, LT. | | | | |
| | | | 7-3- Haute pression rejet liquide (en aval). | 7-3-1- Freinage, retour. | 7-3-1-1- Sans objet | | | | |
| | | | 7-4- Vanne de drainage ouverte. | 7-4-1- Perte de produit, haute pression G-201. | 7-4-1-1- Vanne de garde de la ligne de drainage. | | | | |
| | | | 8-1- Pas de produit fond de colonne. | 8-1-1- Sans conséquence. | 8-1-1-1- LSSL, LT, FT, LG | | | | |
| | Pas de | 8 | 8-2- XV114 fermée. | 8-2-1- Chute de pression (moins de pression). | 8-2-1-1- Limit switch XV 114, 8-2-2-1 LT | | | | |
| | | | 8-3- Bouchage. | 8-3-1- Idem à 8-2-1 et 8-2-2. | 8-3-1-1- LT, LSH | | | | |
| | | | 9-1- Haute pression en aval. | 9-1-1- Augmentation de niveau de la colonne DC4. | 9-1-1-1- LT, LG, LSHH, LV, vanne de garde de la ligne, FT | | | | |
| | Inverse | 9 | 9-2- Basse pression en amont. | 9-2-1- Retour de la gazoline (C5+) du collecteur vers la ligne de drainage. | 9-2-1-1- Idem à 9-1-1-1. | | | | |
| | | | 10-1-1- Fuite externe. | 10-1-1- Formation de nuage gazeux. | 10-1-1-1- Détecteur de gaz, PT, PAL. | | | | |
| 10-2- Fuite interne de refroidisseur. | | | 10-2-1- Passage de produit dans EDM. | 10-2-1-1- Détecteur de GAZ GT-021. | | | | | |
| Mauvaise direction | 10 | 10-2-2- Fuite interne de refroidisseur. | 10-2-2- Chute de la pression. | | | | | | |
| | | 10-3- Passage de produit vers stockage en cas train en arrêt. | 10-3-1- Produit hors spécification. | | | | | | |
| | | 10-4- Passage de produit vers rejet liquide en cas train en production. | 10-4-1- Perte de produit. | | | | | | |
| | | 11-1-1- Fuite interne de refroidisseur. | 11-1-1- Passage EDM dans le produit. | 11-1-1-1- Analyseur en ligne C5+,LT,LG. | | | | | |
| Composition | Contamination | 11 | 11-1-2- Passage du produit dans EDM. | 11-1-2-1- Détecteur de gaz rejet liquide GT021. | | | | | |
| | | | 11-2-1- Passage de l'eau dans le produit vers stockage C5+. | 11-2-1-1- Analyseur en ligne C5+. | | | | | |
| | | | 11-2-2- Passage de l'eau dans le rejet liquide. | 11-2-2-1- Sans objet | | | | | |
| | | | 11-3- Retour rejet liquide. | 11-3-1- Passage du rejet liquide vers produit C5+. | 11-3-1-1- Analyseur en ligne C5+. | | | | |
| | Hors spécification | 12 | 12-1-1- Perturbation de la colonne DC4. | 12-1-1-1- Produit non conforme. | 12-1-1-1- Analyseur en ligne C5+, les indicateurs pression et niveau de la colonne. | | | | |

Pour la Nœud à partir de la Ligne de drainage 1"D-11009-903 vers réservoir Tampon d'évacuation de liquide 108-G-201 lors de déroulement de l'étude HAZOP et après analyse du schéma procés (P&ID) de la section, nous avons constaté quelques insuffisances en matière de sécurité de processus , c'est pour cela, nous avons proposé un ensemble des actions comme l'installation des instrumentations des réglementations pour remédier aux problèmes

rencontrés et qui seront mis en application selon le modèle de fiche d'action proposé.

| | |
|---------------------|--|
| HAZOP : | Complexe GL1Z |
| Section : | 10 |
| Description : | Fond DC4- ballon rejet liquide G-201 |
| PIDs N° : | 85-X00-10.3. rev8 |
| Groupe de travail : | Ingénieurs procédés technique et production, sécurité, DRID OUALID |
| | ATBA TAQUI EDINE |
| Date : | 1/06/2021 |

| Déviations | | | Causes | Conséquences | Barrières | Cotation | | | Recommandations |
|---|-------------|--|---|--|--|---------------------|-----|--|---|
| Paramètres | Mot-clé | N° | | | | P | G | C | |
| Pression | Plus de | 1 | 1-1-Haute pression DLNG-10001-1938 | 1-1-1- Apparition des fuites, éclatement de la ligne | 1-1-1-1- Détection haute pression PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 , | | | I | 1-1-1-1-l'inspection périodique. |
| | | | 1-2-Haute pression en amont au niveau du ballon rejet liquide G-201 | 1-2-1. Idem à 1-2-1./explosion | 1-2-1-1- PI local, la Torche froid. | | | II | 1-2-1-1- Entretien régulière préventif des manomètres |
| | | | 1-3- Hautes pressions collecteur rejet liquide. | 1-3-1- Freinage et/ou retour | 1-3-1-1- son objet | | | I | 1-3-1-1-Idem a 1-2-1-1 |
| | | | 1-4- Bouchage | 1-4-1- Freinage, fuite, éclatement de la ligne. | 1-4-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 du haut de ballon , détecteur de gaz GT-X0004 | | | II | 1-4-1-1- Maintenance corrective et preventive |
| | | | 1-5- Vanne fermée. | 1-5-1- Pas de drainage, freinage. | 1-5-1-1- Idem à 1-4-1-1. | | | I | 1-5-1-1-Utilisation de vanne automatique |
| | Moins de | 2 | 2-1-Basse pression DLNG-10001-1938 | 2-1-1- Retour produit. | 2-1-1-1- | | | I | 2-1-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| | | | 2-2- Fuite interne au niveau du ballon de rejet liquide G-201 | 2-2-1- Formation d'un nuage gazeux. /feu de nappe | 2-2-1-1- Détecteur de gaz GT-X0004, ESD. | | | II | 2-2-1-1- Utilisée les détecteurs plus efficaces |
| | | | 2-3- Fuite externe au niveau du circuit. | 2-3-1- Formation d'un nuage gazeux. | 2-3-1-1- Idem à2-2-1-1 | | | I | 2-3-1-1-Idem a1-1-1-1 |
| | Pas de | 3 | 2-4- Bouchage. | 2-4-1 Idem à 2-1-1 | 2-4-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 du haut de ballon | | | I | 2-4-1-1- Idem a1-4-1-1 |
| | Température | Haute | 4 | 3-1- Pas d'alimentation. | 3-1-1- Absence du fluide au niveau de la ligne | 3-1-1-1- Sans objet | | | I |
| 4-1- Défaillance des détecteurs température | | | | 4-1-1- l'augmentation rapide de la pression interne | 4-1-1-1- Indication de la température TI-X71.049, PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 | | | I | 4-1-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| 4-2- Haute température en amont au niveau du ballon rejet liquide G-201 | | | | 4-2-1- Haute pression, risque d'explosion, choc thermique | 4-2-1-1- Idem à 4-1-1-1 | | | I | 4-2-1-1- évolution les systèmes de refroidissement |
| Basse | | 5 | 4-3- Défaillance instrument TI-X71.049, | 4-3-1- Mauvaise indication de la température | 4-3-1-1- Sans objet. | | | I | 4-3-1-1- Maintenance préventive des équipements et des instrumentations des régulations |
| | | | 5-1-Diminution de la température | 5-1-1- Bouchage. | 5-1-1-1- Idem à 1-1-1-1 | | | I | 5-1-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| | | | | 5-1-2- Choc thermique. | 5-1-2-1- Sans objet. | | | I | 5-1-2-1- Idem a4-2-1-1 |
| Débit | Plus de | 6 | 5-1-3- Chute de pression | 5-1-3-1-Idem à 1-1-1-1 | | | I | 5-1-3-1- Maintenance corrective périodique | |
| | | | 6-1- Haut débit en amont | 6-1-1- l'augmentation rapide de niveau dans le ballon G-201,haut niveau | 6-1-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | I | 6-1-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| | | | 6-2- défaillance (ouverture) de la DLNG-10001-1938 | 6-1-2-Apparition fuite externe et interne , Risque d'éclatement des lignes | 6-1-2-1- Détecteur de gaz .FO10.100 | | | I | 6-1-2-1- Idem a2-2-1-1 |
| | Moins de | 7 | 6-2-1- risque de perte de niveau dans le ballon de rejet liquide G-201:bas niveau | 6-2-1-1- risque de perte de niveau dans le ballon de rejet liquide G-201:bas niveau | 6-2-1-1- Idem a 6-1-1-1 | | | II | 6-2-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| | | | 6-3- Fuite externe | 6-3-1-- Formation nuage gazeux | 6-3-1-1- Détecteur de gaz. | | | II | 6-3-1-1- Idem a2-2-1-1 |
| | | | 7-1- Défaillance fermeture de la vanne 903-1938 | 6-3-2- Eclatement de la ligne. | 6-4-1-1- FO-100.01 | | | I | 6-4-1-1-Idem a1-1-1-1 |
| | | | 7-2- Arête de pompe d'export | 7-1-1- le temps de remplissage prolongé. | 7-1-1-1-LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047, détection de niveau | | | I | 7-1-1-1- Utilisée les vannes auto manuelles |
| | Pas de | 8 | 7-2- Bouchage | 7-2-1- la pompe désamorç. | 7-2-1-1- détection de niveau | | | I | 7-2-1-1-Sale de contrôle |
| | | | 7-3- Bouchage | 7-3-1- Chute de pression et apparition fuite. | 7-3-1-1- idem a 1-1-1-1 | | | I | 7-4-1-1- Idem a2-2-1-1 |
| | | | 7-4- Défaillance instrument FO-100.01 | 7-4-1- risque de perte de niveau | 7-4-1-1- Idem a 7-1-1-1 | | | I | 7-4-1-1- Idem a1-1-1-1 |
| | Inverse | 9 | 8-1- Aucun produit ne passe par la ligne DLNG-10001-1938 | 8-1-1- Sans conséquence. | 8-1-1-1- FO-100.01 | | | I | 8-1-1-1- Sans recommandation |
| | | | 8-2- Bouchage | 8-2-1- Chute de pression et apparition fuite ,le temps de remplissage prolongé. | 8-2-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | I | 8-2-1-1- Idem a1-4-1-1 |
| | | | 8-3- Fermeture de la vanne 903-1938 | 8-3-1- Chute de pression (moins de pression). | 8-3-1-1- Idem a 1-1-1-1 FO-100.01 | | | I | 8-3-1-1- Idem a7-1-1-1 |
| Mauvaise direction | 10 | 9-1- Augmentation de niveau du ballon de rejet liquide G-201 | 9-1-1- Retour de produit | 9-1-1-1- PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | I | 9-1-1-1- Idem a 5-1-3-1 | |
| | | 10-1- Fuite externe. | 10-1-1- Formation de nuage gazeux. | 10-1-1-1- Détecteur de gaz. | | | I | 10-1-1-1- Idem a2-2-1-1 | |
| | | 10-2- Fuite interne de ballon de rejet liquide G-201 | 10-1-2- Chute de pression | 10-1-2-1- idem a 1-1-1-1 | | | III | 10-1-2-1- Idem a 5-1-3-1 | |
| | | 10-2-1- formation de nuage gazeux, feu de nappe | 10-2-2- Chute de pression | 10-2-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 10-2-1-1- Idem a 2-2-1-1 | |
| Niveau | Plus de | 11 | 10-2-2- Chute de pression | 10-2-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 10-2-2-1- Idem a1-1-1-1 | |
| | | | 10-3- Moussage sur ballon de rejet liquide G-201 | 10-3-1-Ereur de la lecture de niveau | 10-3-1-1-Contrôle visuel de la montée de débit | | | I | 10-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 |
| | | | 11-1-1- Risques d'explosion (BLEVE). | 11-1-1-1- Détection feu ,détecteur gaz | | | II | 11-1-1-1 Idem a2-2-1-1 | |
| | | | 11-1- Sur emplissage | 11-1-2- Risque de surpression | 11-1-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 11-1-2-1- Idem a1-1-1-1 |
| | Moins de | 12 | 11-2-1- Retour de produit | 11-2-1-1- Idem a 9-1-1-1 | | | I | 11-2-1-1- Idem a1-1-1-1 | |
| | | | 11-2- Haute niveau en amont | 11-2-2- Chute de pression ,rupture de ballon | 11-2-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 11-2-2-1- Idem a2-2-1-1 |
| | | | 11-3- Erreur operateur, défaillance de mesure de débit | 11-3-1- . Idem à 1-1-1 | 11-3-1-1- Contrôle visuel de la montée de débit | | | I | 11-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 |
| Pas de | 13 | 12-1- Défaillance (ouverture) | 12-1-1- Vidange totale de ballon et risque de cavitation et | 12-1-1-1- Sécurité de niveau très bas de la vanne 903-1938 arrêtent la pompe et toment | | | I | 12-1-1-1- Idem a1-1-1-1 et 7-1-1-1 | |
| | | 12-2- Fuites, bouchages dans les tubes | 12-2-1- Rejet du produit a l'extérieur | 12-2-1-1- Gérer par salle de contrôle , Détecteur de gaz. | | | I | 12-2-1-1- Idem a2-2-1-1 | |
| | | | 12-2-2- Création d'une atmosphère explosive | 12-2-2-1- Idem a 17-2-1-1 | | | I | 12-2-2-1 Idem a 1-2-1-1 | |
| | | | 12-3- Rupture dans la ligne d'alimentation/expédition | 12-3-1-1- Idem a 17-2-1-1 | | | I | 12-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 | |
| | | | 13-1- Pas d'alimentation. | 13-1-1- Absence du fluide au niveau de la ligne | 13-1-1-1- Sans objet | | | I | 13-1-1-1- Sans recommandation |

| | |
|---------------------|--|
| HAZOP : | Complexe GL1Z |
| Section : | 10 |
| Description : | Fond DC4- ballon rejet liquide G-201 |
| PIDs N° : | 85-X10-10.1 rev6 |
| Groupe de travail : | Ingénieurs procès technique et production, sécurité, DRID OUALID ATBA TAQUIEDDINE |
| Date : | 1/06/2021 |

Ligne : 3 '' PRT -10918-903) (8'' BT-11010-903) (3'' G-11001-903

| Déviations | | | Causes | Conséquences | Barrières | Citation | | | Recommandations |
|---|-------------|-------|---|--|---|--|---|----|---|
| Paramètres | Mots-clés | N° | | | | P | G | C | |
| Pression | Plus de | 1 | 1.1- Haute pression en amont ligne 3'' PRT -10918-903 | 1.1.1- Apparition d'un Chocs thermiques au niveau de la ligne conduite qui peuvent engendrer son déplacement ou fuite du gaz | 1.1.1.1- Enregistreur de pression (3'' PTR10918-903) salle de contrôle,(FO 109 26) + réducteur concentrique | | | I | 1.1.1.1.1- Ajouter alarme de pression haute et très haute et Prévoir un transmetteur de Pression sur la ligne |
| | | | 1.2- Haute pression en ligne 8'' BT-11010-903 | 1.2.1- Freinage, éclatement du linge, déstabilisation de la colonne. Ouverture des soupapes au refoulement des pompes (110 J.07.55) (110J.07.62) | 1.2.1.1- (PSHH 110.119) (PAHH110.119) du la ligne (8'' BT-11010-903) + PT, PIT110.09, PIC110.09, PY110.09A, SOLENOID VALVE 3 VOIES, (PY110.09A) BUTTERFLY VALVE(PV110.09) +Valve a passage direct, (ZLO et ZLC et ZSC et ZSO) 11058 | | | I | 1.2.1.1.1- Aucun objet. |
| | | | 1.3- Haute pression en ligne 3'' G-11001-903 | 1.3.1- Freinage, retour de produit | 1.3.1.1- Vanne on – off (XV110114) | | | I | 1.3.1.1.1- Ajouter clapet anti retour |
| | | | 1.4- Bouchage des lignes (3 '' PRT -10918-903) (8'' BT-11010-903) (3'' G-11001-903) | 1.4.1- Idem pour 1.2.1. | 1.4.1.1- LT-110.05 et LG- 110.06 du fond de la colonne 110- F-07.51, détecteur de gaz GT-100004 | | | I | 1.4.1.1.1- Aucun objet |
| | | | 1.5- Défaillances des instrumentations de pression | 1.5.1- Mauvaise indication de la pression Freinage, fuite, éclatement de la ligne | 1.5.1.1- Idem 1.1.1.1 Idem 1.2.1.1 Idem 1.3.1.1 | | | I | 1.5.1.1.1- Maintenance corrective et préventive, le maintien et contrôle des paramètres de fonctionnement |
| | | | 1.6- Vane fermée | 1.6.1- Idem pour 1.5.1 1.6.2- pas de drainage | 1.6.1.1- Vanne XV110114 1.6.2.1- Idem 1.6.1.1. | | | I | 1.6.1.1.1- Idem pour 1-5-1-1-1 1.6.2.1.1- Idem pour 1-5-1-1-1 |
| | Moins de | 2 | 2.1- Moins de pression en amont ligne (3 '' PRT - 10918-903) | 2.1.1- Retour de fluide/Haut pression, éclatement et apparition des fuites au niveau de la ligne | 2.1.1.1- Enregistreur de pression (3'' PTR10918-903) salle de contrôle, (FO 109 26) + réducteur concentrique | | | I | 2.1.1.1.1- Aucun Objet |
| | | | 2.2- Moins de pression en ligne (8'' BT-11010-903) | 2.2.1- Retour de fluide/Haut pression, éclatement et apparition des fuites au niveau de la ligne | 2.2.1.1- PSHH 110.119) (PAHH110.119) du la ligne (8'' BT-11010-903) + PT, PIT110.09, PIC110.09, PY110.09A, SOLENOID VALVE 3 VOIES, (PY110.09A) BUTTERFLY VALVE(PV110.09) +Valve a passage direct Valve a passage direct, (ZLO et ZLC et ZSC et ZSO) 11058 | | | I | 2.2.1.1.1- Aucun objet |
| | | | 2.3- Moins de pression en ligne (3'' G-11001-903) | 2.3.1- Idem pour 2.2.1. | 2.3.1.1- Vannes on – off (XV110114) | | | I | 2.3.1.1.1- Ajouter clapet anti retour |
| | | | 2.4- Vannes manuelles fermées | 2.4.1- Retour de fluide et Déstabilisation de la colonne | 2.4.1.1- Idem 2.3.1.1. ZLO11058 et ZLC11058 | | | II | 2.4.1.1.1- Maintenance préventive, le maintien et contrôle des paramètres de fonctionnement des vannes Et Assurer que les positions Ouverture / Fermeture de la vanne sont reflétées dans la salle de contrôle par les annonces ZLC11058 (vanne fermée) et ZLO11058 (vanne ouverte) |
| | | | 2.5- Fuite externe au niveau du circuit | 2.5.1- Formation d'un nuage gazeux. 2.5.2- Explosion | 2.5.1.1- LT-110.05 et LG- 110.06 du fond de la colonne 110- F-07.51, détecteur de gaz GT-100004 | | | II | 2.5.1.1.1- Ajouter des détections de flammes (UV et/ou IR) au tour de l'unité 1 et prévoir un arrêt d'urgence automatique après confirmation de l'incendie |
| | | | 2.6- Défaillances des instrumentations de pression | 2.6.1- Mauvaise indication de la pression retour de fluide | 2.6.1.1- Idem 2.6.1.1. et Idem 2.6.2.1. | | | I | 2.6.1.1.1- Idem 2.4.1.1.1. |
| | Pas de | 3 | 3-1- Absence d'alimentation. | 3-1.1- Absence du fluide au niveau de la ligne (PRT -10918-903) | 3-1.1.1- Enregistreur de pression (3'' PTR10918-903) salle de contrôle, (FO 109 26) + réducteur concentrique | | | I | 3-1-1-1-1- Entretien/maintenance corrective des équipements |
| | Température | Haute | 4 | 4-1- Fluide à Haute température en amont ligne 3 '' PRT -10918-903 | 4.1.1- Augmentation de pression au niveau de la ligne (PRT -10918-903) apparition des fuites, et risque explosion choc thermique de la Ligne 3'' PRT -10918-903 | 4-1-1-1- (TI110.101) (TE110.101) (TIC110.101) (TI110.102) (TE110.102) (TW110.34) (TW110.35) (TI110.104) (TE110.104) (TI110.105) (TE110.105) (TE110.106) (TI110.106) (TE110.107) (TI110.07) (TW110.36) (TI110.36) (TI110.108) (TE110.108) Indicateurs de températures et température élément et température well de la ligne (PRT -10918-903) (BT-11010-903) (G-11001-903) (BT-11011- 903) (BT-11012-903) (BT- 11014-903) | | | I |
| 4.2- Gaz à Haute température en ligne 8''BT-11010-903 | | | | 4-2-1- Augmentation de pression au niveau de la ligne (8 '' BT- 11010-903) apparition des fuites, choc thermique de la ligne (8 ''BT- 11010-903) | 4-2-1-1- Idem 4.1.1.1 | | | I | 4-2-1-1-1- Aucun objet |
| 4.3- Haute température en ligne 3'' G-11001-903 | | | | 4-3-1- Augmentation de pression au niveau de la ligne (3'' G-11001-903) apparition des fuites, choc thermique de la ligne (G-11001- 903) | 4-3-1-1- Idem 4.1.1. | | | I | 4-3-1-1-1- Idem (4.2.1.1.1) |
| 4.4- Défaillance des instruments de régulation de température | | | | 4-4-1- Mauvaise indication Idem pour (4.1.1) (4.2.1) (4.3.1) | 4-4-1-1- Idem 4.1.1.1. | | | I | 4-4-1-1-1- Entretien/maintenance préventive des équipements et des instrumentations des régulations |
| Basse | | 5 | 5-1- Basse température en amont ligne 3'' PRT -10918-903 | 5-1-1- Diminution de pression au niveau de la ligne (3''PRT - 10918-903) et risque du choc thermique de la ligne (3''PRT - 10918-903) | 5-1-1-1- Idem 4.1.1.1. | | | I | 5-1-1-1-1- Idem 4.1.1.1.1 |
| | | | 5-2- Basse température en ligne 8'' BT-11010-903 | 5-2-1- Diminution de pression au niveau de la ligne (8''BT-11010- 903) et risque du choc thermique de la ligne (8''BT-11010-903) | 5-2-1-1- Idem 5.1.1.1 | | | I | 5-2-1-1-1- Idem 5.1.1.1.1 |
| | | | 5-3- Basse température en ligne 3'' G-11001-903 | 5-3-1- Diminution de pression au niveau de la ligne (3''G-11001- 903) et | 5-3-1-1- Idem 5.1.1.1 | | | I | 5-3-1-1-1- Idem 5.1.1.1.1. |

| | | risque du choc thermique de la ligne (3''G-11001-903) | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|-------------------------------|---|---|
| | | 5-4- Défaillance des instruments de régulation de température sur les lignes (3''PRT -10918- 903) (8'' BT-11010-903) (3''G-11001-903) | 5-4-1- Mauvaise indication des températures | 5-4-1-1- Idem 5.1.1.1 | | | I 5-4-1-1-1- Idem 4.4.1.1.1. |
| Débit | Plus de 6 | 6-1- Haute pression et débit en amont. Ligne (3'' PRT -10918-903) | 6-1-1- Apparition fuite externe et interne. Augmentation de la température qui peut provoquer sur chauffe des tubes de four | 6-1-1-1- (FO 109.26) sur la ligne DR-11001-903 + Enregistreur de pression PTR10918-903 salle de contrôle FT110.00 (FE110.00) (FIC110.00) (FY1100A) (FY110.00B) (FE110.00) (FV110.00) sur la ligne de sortie FG-11001- 903 | | | II 6.1.1.1.1- Prévoir un planning de contrôle systématique des instruments de mesure. Et Installation FI/FT dans les lignes des entrées et des sorties 6-1-1-1-2- Assurer que les détecteurs gaz sont plantés en nombre suffisants autour de la zone et étudier la possibilité de prévoir un arrêt d'urgence automatique en présence d'une quantité de gaz qui dépasse les 40% de LIE et ajouter des détections de flammes (UV et/ou IR) au tour de l'unité et prévoir un arrêt d'urgence automatique après confirmation d'incendie 6-1-1-1-3- Assurer que tout le personnel du site est sensibilisé et informé sur code d'alerte en cas de situation accidentelle et le comportement de sécurité |
| | | | 6-1-2- (fissuration des tubes) | | | | |
| | | 6-2- Haut débit en aval | 6-2-1- Hautes pressions. Et Eclatement de la ligne. | 6-2-1-1- Idem 6.1.1.1. | | | I 6-2-1-1-1- Idem 6.1.1.1.1. |
| | | | 6-2-2- Perturbation de fonctionnement de la DEBUTANISEURE | | | | |
| | | 6-3- Fausse indication du (FO 109.26) dans la salle de contrôle (Indication fort débit, or réellement on a faible débit) | 6-3-1- (Idem 6.1 .1 6.1.2) | 6-3-1-1- Idem 6.1.1.1 | | | II 6-3-1-1-1- Idem 6.1.1.1.1. |
| | 6-4- Défaillance des instruments de régulation du débit et la vanne | 6-4-1- (Idem 6.1 .1 6.1.2) | 6-4-1-1- Idem 6.1.1.1 et (xv) sur la ligne (G-11001-903) | | | II 6-4-1-1-1- Idem 6.1.1.1.1. | |
| | Moins de 7 | 7-1- Fausse indication du débit dans la salle de contrôle (Indication faible débit, or réellement on a fort débit). | 7-1-1- Diminution de la pression dans Le DEBUTANISEURE et baisse de température | 7-1-1-1- Idem 6.1.1.1. | | | II 7-1-1-1-1- Idem 6.1.1.1.1 et 6.1.1.1.2 et 6.1.1.1.3 |
| | | | 7-1-2- Retour de produit | | | | |
| | | | 7-1-3- Déstabilisation de la tour DEBUTANISEUR | | | | |
| | | 7-2- Vanne bloquée en position trop serrée. | 7-2-1- Arrêt du procès | 7-2-1-1- vanne XV | | | I 7-2-1-1-1- Idem 7.1.1.1.1. |
| 7-3- Bouchage. | 7-3-1- Idem (7.1.1) (7.1.2) (7.1.3) | 7-3-1-1- Idem 7.1.1.1. | | | II 7-3-1-1-1- Idem 7.1.1.1.1. | | |
| 7-4- Vanne de drainage ouverte. | 7-4-1- Idem (7.1.3) | 7-4-1-1- DR 3/4 | | | I 7-4-1-1-1- Idem 7.1.1.1.1 | | |
| Pas de 8 | 8-1- Pas de produit en amont | 8-1-1- Sans conséquence | 8-1-1-1- Idem 6-1-1-1- | | | I 8-1-1-1-1- Maintenance préventive/corrective périodique | |
| | | 8-2- Vanne fermée. | 8-2-1- Sans conséquence | 8-2-1-1- vanne d'entrer | | I 8-2-1-1-1- Idem 8.1.1.1.1. | |
| | | 8-3- Bouchage totale des lignes | 8-3-1- Arrêt total de transport de fluide | 8-3-1-1- Idem 6-1-1-1- | | I 8-3-1-1-1- Idem 8.1.1.1.1. | |
| Composition | Contamination 9 | 9-2- Fuite interne au niveau de la colonne | 9-1-1- Contamination du gaz. | 9-1-1-1- Analyseur en ligne C5+ LG110.06A /B | | II 9-1-1-1-1- Maintenance préventive (corrosion et fuite) au niveau de DEBUTANISEUR | |
| | | 9-2- Perturbation de DEBUTANISEUR | 9-2-1- Total C5+ supérieur à 0.06 | 9-2-1-1- Idem 10.1.1.1 | | | I 9-2-1-1-1- Aucun objet |

Pour la première Nœud à partir de la Colonne de DEBUTANISEURE 110-F07.51 vers Ligne de drainage 1''D-11009-903 nous remarquons Lors de déroulement de l'étude HAZOP et après analyse du schéma procès (P&ID), nous avons constaté quelques insuffisances en matière de sécurité de processus (dérivé moins et plus de débit) , c'est pour cela, nous avons proposé un ensemble des actions pour remédier aux problèmes rencontrés et qui seront mis en application selon le modèle de fiche d'action proposé.

| HAZOP : | | Complexe GL12 | | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---|---|--------------------------|
| Section : | | 10 | | | | | | | | | | |
| Description : | | Fond DC4- ballon rejet liquide G-201 | | | | | | | | | | |
| PIDs N° : | | 85-X00-10.3. rev8 | | | | | | | | | | |
| Groupe de travail : | | Ingénieurs procédé technique et production; sécurité, DRID OUALID ATBA TAQUI EDINE | | | | | | | | | | |
| Date : | | 1/06/2021 | | | | | | | | | | |
| Déviations | | | | Cotation | | | Recommandations | | | | | |
| Paramètres | Mot-clé | N° | Causes | Conséquences | Barrières | P | | G | C | | | |
| Pression | Plus de | 1 | 1-1-Haute pression DLNG-10001-1938 | 1-1-1- Apparition des fuites. éclatement de la ligne | 1-1-1- Détection haute pression PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 , | | | I | 1-1-1-1-Inspection périodique. | | | |
| | | | 1-2-Haute pression en amont au niveau du ballon rejet liquide G-201 | 1-2-1. Idem à 1-2-1./explosion | 1-2-1-1- PI local, la Torche froid. | | | II | 1-2-1-1- Entretien régulière préventif des manomètres | | | |
| | | | 1-3- Hautes pressions collecteur rejet liquide. | 1-3-1- Freinage et/ou retour | 1-3-1-1- son objet | | | I | 1-3-1-1-Idem a 1-2-1-1 | | | |
| | | | 1-4- Bouchage | 1-4-1- Freinage, fuite, éclatement de la ligne. | 1-4-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 du haut de ballon , détecteur de gaz GT-X0004 | | | II | 1-4-1-1- Maintenance corrective et preventive | | | |
| | | | 1-5- Vanne fermée. | 1-5-1- Pas de drainage, freinage. | 1-5-1-1- Idem à 1-4-1-1. | | | I | 1-5-1-1-Utilisation de vanne automatique | | | |
| | Moins de | 2 | 2-1-Basse pression DLNG-10001-1938 | 2-1-1- Retour produit. | 2-1-1-1- | | | | I | 2-1-1-1- Idem a1-1-1-1 | | |
| | | | 2-2- Fuite interne au niveau du ballon de rejet liquide G-201 | 2-2-1- Formation d'un nuage gazeux. /feu de nappe | 2-2-1-1- Détecteur de gaz GT-X0004, ESD. | | | II | 2-2-1-1- Utilisée les détecteurs plus efficaces | | | |
| | | | 2-3- Fuite externe au niveau du circuit. | 2-3-1- Formation d'un nuage gazeux. | 2-3-1-1- Idem à2-2-1-1 | | | I | 2-3-1-1-Idem a1-1-1-1 | | | |
| | | | 2-4- Bouchage. | 2-4-1 Idem à 2-1-1 | 2-4-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 du haut de ballon | | | I | 2-4-1-1- Idem a1-4-1-1 | | | |
| | | | 3-1- Pas d'alimentation. | 3-1-1- Absence du fluide au niveau de la ligne | 3-1-1-1-Sans objet | | | I | 3-1-1-1- Sans recommandation | | | |
| Température | Haute | 4 | 4-1- Défaillance des détecteurs température | 4-1-1- l'augmentation rapide de la pression interne | 4-1-1-1- Indication de la température TI-X71.049, PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 | | | | I | 4-1-1-1- Idem a1-1-1-1 | | |
| | | | 4-2- Haute température en amont au niveau du ballon rejet liquide G-201 | 4-2-1- Haute pression, risque d'explosion, choc thermique | 4-2-1-1- Idem à 4-1-1-1 | | | I | 4-2-1-1- évolution les systèmes de refroidissement | | | |
| | | | 4-3- Défaillance instrument TI-X71.049, | 4-3-1- Mauvaise indication de la température | 4-3-1-1- Sans objet. | | | I | 4-3-1-1- Maintenance préventive des équipements et des instrumentations des régulations | | | |
| | Basse | 5 | 5-1-Diminution de la température | 5-1-1- Bouchage. | 5-1-1-1- Idem à 1-1-1-1 | | | | I | 5-1-1-1- Idem a1-1-1-1 | | |
| | | | | 5-1-2- Choc thermique. | 5-1-2-1- Sans objet. | | | I | 5-1-2-1- Idem a4-2-1-1 | | | |
| | | | | 5-1-3- Chute de pression | 5-1-3-1-Idem à 1-1-1-1 | | | I | 5-1-3-1- Maintenance corrective périodique | | | |
| Débit | Plus de | 6 | 6-1- Haut débit en amont | 6-1-1- l'augmentation rapide de niveau dans le ballon G-201.haut niveau | 6-1-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | | I | 6-1-1-1- Idem a1-1-1-1 | | |
| | | | 6-2- défaillance (ouverture) de la DLNG-10001-1938 | 6-1-2-Apparition fuite externe et interne , Risque d'éclatement des lignes | 6-1-2-1- Détecteur de gaz .FO10.100 | | | I | 6-1-2-1- Idem a2-2-1-1 | | | |
| | | | 6-3- Fuite externe | 6-2-1- risque de perte de niveau dans le ballon de rejet liquide G-201:bas niveau | 6-2-1-1- Idem a 6-1-1-1 | | | II | 6-2-1-1- Idem a1-1-1-1 | | | |
| | Moins de | 7 | 7-1- Défaillance fermeture de la vanne 903-1938 | 7-1-1- le temps de remplissage prolongé. | 7-1-1-1-LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047, détection de niveau | | | | I | 7-1-1-1- Utilisée les vannes auto manuelles | | |
| | | | 7-2- Arête de pompe d'export | 7-2-1- la pompe désamorç. | 7-2-1-1- détection de niveau | | | I | 7-2-1-1-Sale de contrôle | | | |
| | | | 7-3-Bouchage | 7-3-1- Chute de pression et apparition fuite. | 7-3-1-1- idem a 1-1-1-1 | | | I | 7-4-1-1- Idem a2-2-1-1 | | | |
| | | | 7-4- Défaillance instrument FO-100.01 | 7-4-1- risque de perte de niveau | 7-4-1-1- Idem a 7-1-1-1 | | | I | 7-4-1-1- Idem a1-1-1-1 | | | |
| | Pas de | 8 | 8-1- Aucun produit ne passe par la ligne DLNG-10001-1938 | 8-1-1- Sans conséquence. | 8-1-1-1- FO-100.01 | | | | I | 8-1-1-1- Sans recommandation | | |
| | | | 8-2-Bouchage | 8-2-1- Chute de pression et apparition fuite ,le temps de remplissage prolongé. | 8-2-1-1- LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | I | 8-2-1-1- Idem a1-4-1-1 | | | |
| | | | 8-3- Fermeture de la vanne 903-1938 | 8-3-1- Chute de pression (moins de pression). | 8-3-1-1- Idem a 1-1-1-1 FO-100.01 | | | I | 8-3-1-1- Idem a7-1-1-1 | | | |
| | Inverse | 9 | 9-1- Augmentation de niveau du ballon de rejet liquide G-201 | 9-1-1- Retour de produit | 9-1-1-1- PI-X71 .048 ,PI-X71.82 ,PI-X71.83 LSH-X71.047,LSL-X71.047,LAL-X71.047,LAH-X71.047 | | | | I | 9-1-1-1- Idem a 5-1-3-1 | | |
| | | | Mauvaise direction | 10 | 10-1- Fuite externe. | 10-1-1- Formation de nuage gazeux, | 10-1-1-1- Détecteur de gaz. | | | | I | 10-1-1-1- Idem a2-2-1-1 |
| | | | | | 10-2- Fuite interne de ballon de rejet liquide G-201 | 10-1-2- Chute de pression | 10-1-2-1- idem a 1-1-1-1 | | | | I | 10-1-2-1- Idem a 5-1-3-1 |
| 10-2-1- formation de nuage gazeux, feu de nappe | 10-2-2- Chute de pression | 10-2-1-1- Idem a 10-1-1-1 | | | | | III | 10-2-1-1- Idem a 2-2-1-1 | | | | |
| 10-2-2- Idem a 1-1-1-1 | 10-3-1-Ereur de la lecture de niveau | 10-2-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 10-2-2-1- Idem a1-1-1-1 | | | | | | |
| 10-3- Moussage sur ballon de rejet liquide G-201 | 10-3-1-1-Contrôle visuel de la montée de débit | | | | I | 10-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 | | | | | | |
| Niveau | Plus de | 11 | 11-1- Sur emplissage | 11-1-1- Risques d'explosion (BLEVE). | 11-1-1-1- Détection feu ,détecteur gaz | | | | II | 11-1-1-1 Idem a2-2-1-1 | | |
| | | | 11-2-Haute niveau en amont | 11-1-2- Risque de surpression | 11-1-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | | I | 11-1-2-1- Idem a1-1-1-1 | | |
| | | | 11-3- Erreur operateur, défaillance de mesure de débit | 11-2-1- Retour de produit | 11-2-1-1- Idem a 9-1-1-1 | | | I | 11-2-1-1- Idem a1-1-1-1 | | | |
| | | | | 11-2-2- Chute de pression ,rupture de ballon | 11-2-2-1- Idem a 1-1-1-1 | | | I | 11-2-2-1- Idem a2-2-1-1 | | | |
| | Moins de | 12 | 12-1-Défaillance (ouverture) | 11-3-1-1. Idem à 1-1-1 | 11-3-1-1- Contrôle visuel de la montée de débit | | | | I | 11-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 | | |
| | | | 12-2-Fuites, bouchages dans les tubes | 12-1-1-Vidange totale de ballon et risque de cavitation et | 12-1-1-1- Sécurité de niveau très bas de la vanne 903-1938 arrêtent la pompe et toment | | | I | 12-1-1-1- Idem a1-1-1-1 et 7-1-1-1 | | | |
| | | | 12-3-Rupture dans la ligne d'alimentation/expédition | 12-2-1-Rejet du produit a l'extérieur | 12-2-1-1- Gérer par salle de contrôle , Détecteur de gaz. | | | I | 12-2-1-1- Idem a2-2-1-1 | | | |
| | | | 13-1- Pas d'alimentation. | 12-2-2-Création d'une atmosphère explosive | 12-2-2-1-Idem a 17-2-1-1 | | | I | 12-2-2-1 Idem a 1-2-1-1 | | | |
| Pas de | 13 | 12-3-1 Idem a 17-2-1 et 17-2-2 | 12-3-1-1 Idem a 17-2-1 et 17-2-2 | 12-3-1-1- Idem a 17-2-1-1 | | | | I | 12-3-1-1- Idem a 4-3-1-1 | | | |
| | | 13-1-1- Absence du fluide au niveau de la ligne | 13-1-1-1- Sans objet | | | | I | 13-1-1-1- Sans recommandation | | | | |