



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم



Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

N° d'ordre : M2.../IP/2022

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
DE MASTER ACADEMIQUE**

Filière : Industries pétrochimiques

Option : Génie Pétrochimique

Thème

ETUDE DE L'EVOLUTION DE

**L'AUTOCONSOMMATION EN FONCTION DE LA PRODUCTION DU
GAZ NATUREL AU COMPLEXE GL1Z**

Présenté par

SASSI Sakina

SASSI Nabil

Soutenu le 04 /07/ 2022 devant les membres du jury composé de :

Présidente : MEZOUAGH Amina MCB Université de Mostaganem.

Examinatrice : FARES Zineb MAA Université de Mostaganem.

Rapporteur : MOHAMED SGHIR Zahira MAA Université de Mostaganem.

Année Universitaire 2021/2022

REMERCIEMENT

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonte d'entamer et de déterminer ce mémoire.

En premier lieu, nos remerciements vont aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail et de manière particulière à madame MEZOUAGH pour avoir accepté de présider ce jury ainsi que madame FARES pour avoir accepté d'examiner ce travail

*Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame **MOHAMED SEGHIR ZAHIRA** , on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce travail.*

*Je tiens à remercier aussi l'encadreur **MR BOUBOU CHAMS-EDDINE** ainsi que les responsables au niveau du complexe GL1/Z.*

Je remercie enfin tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réussite de ce travail.

Dédicace

A ma chère mère, pour tous ses sacrifices, son soutien et ses prières tout au long de mes études.

A mon père, que Dieu lui fasse miséricorde, je souhaite que tu sois à mes côtés le jour de ma remise mon diplôme.

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral

A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A mes chères Chifaa, Meriem, Bichou.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible.

Merci d'être toujours là pour moi.

Sassi Sakina

Dédicace

*Je décide ce modeste travail à : A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la
Hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que Dieu leur procure bonne santé
Et longue vie.*

Ames chères sœurs, pour leurs applaudissements

A toutes ma famille, et mes amis

Et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Sassi Nabil

Sommaire

Introduction générale	6
Chapitre I : Description du complexe GL1/Z	9
I.1. Historique	10
I.2. Localisation géographique du GNL1/Z	10
I.3. L'activité du complexe	10
I.4. La description du GL1/Z	10
I.4.1. Zone Utilités	10
I.4.2. Zone Procédé	11
I.4.3. Zone Terminal	11
Chapitre II : Procédé de liquéfaction du gaz naturel du GL1/Z	12
II. Le procédé de liquéfaction du gaz naturel	13
II.1. Section du traitement	14
II.1.1. Décarbonatation	14
II.1.1.1. Régénération du MEA	14
II.1.1.2. Epuration de la solution MEA	15
II.1.1.3. Stockage de la solution MEA	15
II.1.2. Déshydratation	16
II.1.3. Démercurisation	17
II.2. Section de séparation	17
II.2.1. Séparation	17
II.2.1.1. Description générale	17
II.2.2. Liquéfaction	18

II.2.3. Système de réfrigération mixte MCR	19
II.3.La section de fractionnement	20
II.4.Stockage du GNL	20
II.5.Transport du GNL	21
Chapitre III : Gaz Torché	22
III.1 Définition du torchage	23
III.2Définition du Gaz Torché	23
III.3 Les Sources Des Gaz Torchés	23
III.3.1 Gaz Torché à partir de l'absorbeur	23
III.3.2 Gaz Torché à partir des sécheurs	23
III.3.3 Gaz Torché à partir de tour de lavage	23
III.4 Appréciation des quantités torches au niveau du GL1/Z	24
III.4.1 Dégivrage d'un Train	24
III.4.2 Démarrage	24
III.4.3 Arrêt Totale	24
III.5 Impact Des Gaz Torchés	25
III.5.1 Sur L'homme	25
III.5.2 Sur L'environnement	25
III.5.3 Sur L'économie	25
III.6 Principe Opératoire	26
III.6.1 Torche froide	26
III.6.2 Torche Chaude	26
III.6.3 Torche Des Réservoirs De GNL	26

III.7 les Avantages De Torchage	27
Chapitre IV : L'autoconsommation	28
VI. Problématique	29
VI.1 Définition De L'autoconsommation	29
VI.2 Bilan De Production / Autoconsommation Complexe GL1/Z	30
VI.3 Les Principales Causes De l'augmentation De L'autoconsommation	31
VI.4 Bilan Gaz De Complexe	31
CONCLUSION	36

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Il est généralement admis que le carbone et l'hydrogène contenus dans le gaz naturel proviennent, des restes de plantes et d'animaux qui se sont trouvés rassemblés au fond des lacs et des océans durant des millions d'années. Après avoir été recouvert par des couches importantes d'autres sédiments, les matériaux organiques se sont transformés en pétrole brut et en gaz naturel sous l'effet de la pression exercé par les couches de sédiments et la chaleur qu'exercé par le noyau terrestre.

Le gaz naturel est une énergie primaire bien propagé et de plus en plus utilisée, c'est un combustible fossile ou bien un mélange des hydrocarbures, qui restent la source d'énergie la plus pratiquée pour le bon agissement de l'économie mondiale et continue à jouer ces rôles stratégiques aussi longtemps que l'homme n'aura pas trouvé d'autres sources d'énergie ,qui pourront jouer leur rôles avec plus de rentabilité et d'efficacité.

En Algérie la plus importante source de gaz naturel se trouve à HASSI R'MEL dans le Sahara algérien, est le plus grand gisement de gaz naturel(GN) du continent Africain, découvert en 1956 dans une formation Triasique, le gisement représenté encore le quart de la production de gaz du pays. Environ la moitié de ses réserve initiales seraient épuisées, grâce à la situation géographique du pays, LA SONATRACH à du développer son action commerciale vers les états unis et l'Europe de l'ouest et évidemment les pays du MAGHREB.

Comme nous le savons touses, le GN dans son état physique est gazeux, et peut être se transformer en liquide, pour cela se produit par des techniques et des mécanismes qui se déroulent au niveau du complexe GL1/Z.

Au cours de ces techniques, le GN est brulé à travers des conduites se dirigeant vers l'atmosphère. ON appelle cette combustion « torchage ».

Lorsque l'on extrait du pétrole, celui-ci remonte souvent à la surface accompagné d'eau et de gaz (dit « gaz associé »).Après avoir été séparé du pétrole, le gaz peut être « torché », c'est-à-dire brulé sur place, opération qui se manifeste par une flamme sortant d'une torchère.

Des problèmes multiples d'exploitation apparaissent lors de la liquéfaction du GN au niveau du complexe GL1/Z.L'un de ces problème est le torchage excessif au démarrage des unités de production, les gaz torchés conduisent à des pertes considérables estimés par an. Ces

quantités de gaz perdus (torchés) sont considérées comme importantes, influent sensiblement sur l'autoconsommation et contribuent à l'émission des gaz à effet de serre.

Un important programme de réduction des gaz torchés au niveau des champs pétroliers, a été engagé par la Sonatrach ; il s'est traduit par une récupération de près de 133 milliards de m³ sur la période allant de 1980 à 2001. En d'autres termes, les volumes de gaz torchés ont été ramenés de 9.8 milliards de m³ en 1980 à seulement 4 milliards de m³ en 2001, et ce malgré l'augmentation des capacités de production de pétrole brut. Le ratio de gaz torché sur gaz associés produits a été ramené de 62% en 1980 à 12% en 2001. Les mesures engagées se sont traduites, sur le terrain, par la réalisation de nouvelles unités de traitement, de récupération, d'expédition et de réinjection de gaz au niveau des sites pétroliers et gaziers ainsi que la réhabilitation de plusieurs ouvrages et unités industrielles.

Notre objectif est la réduction des émissions de gaz torchés à 0% ("zéro torchage") correspondant à une minimisation de l'autoconsommation mais aussi des émissions des gaz à effet de serre, notre travail a consisté à étudier l'évolution de l'autoconsommation au cours des années 2019, 2020 et 2021, ce qui permettrait de recycler ces gaz et de les réinjecter au point de démarrage des trains de liquéfaction.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre résume une généralité sur le gaz naturel, ainsi qu'une description du complexe GLZ1

Le travail vise dans le deuxième chapitre à définir théoriquement le procédé de liquéfaction de gaz naturel.

Le troisième chapitre présente le torchage, gaz torché, son système, et son impact sur la planète.

Le quatrième chapitre propose la problématique telle qu'elle se pose aux exploitants du GL1/Z ainsi les quantités des gaz torchés et l'autoconsommation et sa relation avec la production du GNL.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU COMPLEXE GL1/Z



I.1. HISTORIQUE :

Sonatrach est une société fondée le 31 décembre 1963 dont les missions sont le transport et la commercialisation des hydrocarbures algériens. Elle a signé un contrat de travail avec la société américaine **EL PASO NATURAL AL GAZ COMPANY** LE 9 OCTOBRE 1969, en livrant annuellement des dizaines de milliards de mètres cubes de gaz naturel liquéfié. Pour compléter ce contrat, une usine appelée (**PROJET GNL1**) a été créée en vertu de la résolution A.0016 PUBLI2E EN 1971.[1]

I.2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU GNL1 :

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.[1]

I.3. ACTIVITE DU COMPLEXE :

Le complexe **GL1/Z** spécialisée de liquéfier le gaz naturel provenant des champs gaziers de **HASSI R'MEL**, avec possibilité d'extraction du propane, du butane et de la gazoline. Le **GNL (Gaz Naturel Liquéfié)** est pompé et charger dans des méthaniers spécialement conçue pour le transport pour être expédié vers l'étranger.[1]

Le complexe **GL1/Z** comprend (03) zones essentielles :

I.3.1 . 1ERE ZONE : les utilités constituent une zone importante au sein du complexe **GL1/Z**. Elle permettent d'assurer la fourniture de tous les besoins pendant le démarrage des trains de liquéfaction.[2]

I.3.1.1 Source d'énergie : La vapeur d'eau est la source d'énergie choisie pour le complexe.

I.3.1.2 Source de refroidissement : L'eau est la source de refroidissement transportée par un ensemble de six(06) pompe de grande puissance de 175000m³/h.

I.3.1.3 Production d'électricité : Elle est assurée par trois alternateurs entraînés par des turbines à vapeur. Les turbo-alternateurs fournissent l'énergie de 36 MW par générateur plus une ligne provenant de **GL2Z** et un branchement **SONALGAZ**.

I.3.1.4 Unité de dessalement : Elle permet de produire l'eau distillée pour alimentation des chaudières.

I.3.1.5 Production d'air comprimé : Une grande partie de l'instrumentation du complexe est pneumatique. La production de l'air comprimé est assurée par un ensemble de quatre compresseurs et d'un compresseur d'air secours.

I.3.2 2eme ZONE : La zone de Procès est composée de six trains qui produisent 9000 m³/jour/train du GNL. Chaque train dispose de sa propre production de vapeur sa propre section de décarbonatation, de séchage et de liquéfaction des hydrocarbures.

I.3.3 3ème ZONE : La zone Terminal est la zone de stockage et de chargement ,elle contient trois réservoirs de GLN d'une capacité de 100000 m³ ,d'un réservoir de gazoline d'une capacité de 14500 m³.

CHAPITRE II

TRAITEMENT DE GAZ NATUREL



CHAPITRE II

II.1.LE PROCEDE DE LIQUEFACTION DU GAZ NATUREL :

C'est un ensemble de techniques et de processus que subit le gaz naturel pour transformer son état physique gazeux en liquide. Ce procédé permet de condenser le GN en GNL à une température d'environ -160 C , on réduisant son volume d'un facteur près de 600 pour un même pouvoir calorifique, ce qui facilite son transport par voie maritime. Le gaz naturel liquéfié est un liquide dit « cryogénique » (liquide dont la température est inférieure à -150C°).Le GNL, c'est un liquide inodore, sans couleur, non corrosif et non toxique. Le procédé de liquéfaction retire le dioxyde de carbone, les composés sulfurés (sulfure d'hydrogène, sulfure de carbone) et l'eau contenus dans le gaz naturel, le transformant ainsi en un mélange composé principalement de méthane et contenant de petites quantités d'autres hydrocarbures et d'azote.[2]

L'usine de liquéfaction comprend six(06) trains de liquéfaction indépendants qui fonctionnent en parallèle avec une capacité de production GNL de $8000\text{ m}^3/\text{h}$; dans chaque train le gaz d'alimentation passe par trois (03) différents étapes de traitement.

A-section de traitement de gaz : Elle comprend trois(03) étapes :

1-Décarbonatation : élimination du CO_2 .

2-Déshydratation : élimination du H_2O .

3-Démercurisation : élimination d'Hg.

B-Section de séparation et de liquéfaction : Elle comprend deux(02) étapes :

1-séparation : séparation des hydrocarbures lourds.

2-Liquéfaction :-Liquéfier le gaz naturel.

-Élimination de l'azote.

C-Section de fractionnement : Elle traite le gaz qui provient du bas du ballon de séparation ; c'est le système de fractionnement des hydrocarbures lourds ;il comprend quatre(04) étapes :

1-Déméthanisation : récupération du méthane.

2-Déméthanisation : récupération de l'éthane.

Chapitre II

3-Dépropanisations : récupération du propane.

4-Débutanisation : récupération du butane.

II.2. SECTION DE TRAITEMENT :

II.2.1. La Décarbonation :

Le complexe utilise le procédé de l'élimination par absorption sur solvant chimique, le MEA et la DEA serait toutes les deux adaptées au système de décarbonation du GL1Z. Entre ces deux solvants la MEA demande un débit de circulation moins élevé, pour cette raison elle a été choisie comme solvant pour le complexe GL1Z.

Le gaz naturel entre dans la section de décarbonation avec une pression de 41.5 bar, au début le gaz est admis dans une section de séparation rapide située au fond de l'absorbeur ; le GN est acheminé vers le haut de l'absorbeur F-502 à travers le préchauffeur E-506. Le gaz circule vers le haut à travers 25 plateaux à clapets, il traverse dans l'absorbeur à contre courant par rapport à la solution aqueuse MEA (monoéthanolamine) à 15 % pauvre en CO₂. Cette solution pénètre dans l'absorbeur avec une pression légèrement supérieure à 42 bars et un débit réglé à 54000 Kg/h. Le gaz est ainsi purifié par la partie supérieure de l'absorbeur après son passage à travers les deux plateaux destinés au lavage, et passe ensuite dans les sécheurs à tamis moléculaire.[3]

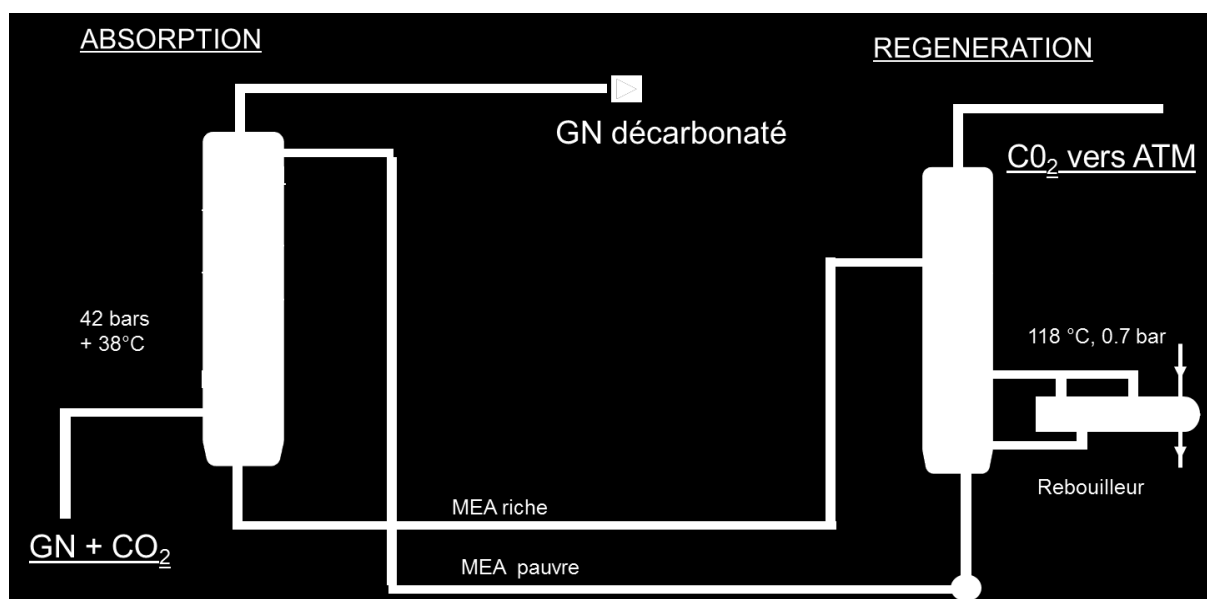


Figure 1 : Section de Décarbonatation

Chapitre II

II.2.1.1 Régénération du MEA :

La solution MEA quitte l'absorbeur par le fond de la colonne d'absorption enrichie en CO₂ avec une température de 49 ,elle doit subir une détente rapide de 42.2 à 9 bars en passant par la vanne de détente la LV-121 ,après elle est chauffée à 93 par un échangeur thermique, puis par la vanne LV-218 la pression est réduite jusqu'à 1.7 bars, enfin elle rentre dans le régénérateur F-501 par le haut passant en cascade dans les 21 plateaux à clapets pour avoir une MEA pauvre en CO₂ au fond de la colonne de régénération.

La solution coule vers le fond de la colonne à une température de 118 avec la vapeur d'eau à une pression de 3.45 bars et une température de 148.La vapeur présente au sommet du régénérateur constituée de CO₂ et de vapeur d'eau quitte la colonne à 107 ,ensuite refroidie à l'eau de mer jusqu'à 50 dans le condenseur E-501,puis accumulé dans le ballon gaz G-502,où la partie vapeur se compose seulement de CO₂ qui est rejeté après vers l'atmosphère .La MEA pauvre passe par des échangeurs E-503 A et B ou sa température est réduite à 70 puis par une des pompes J-503 ou J-504 ou la pression augmente jusqu'à 42 bars, après elle passe par l'échangeur à l'eau de mer E-504 qui amène sa température à 38 ,c'est la température d'entrée dans l'absorbeur.

II.2.1.2Epuraton de la solution MEA :

L'épuration se fait par un épurateur appelé E-505 qui sert assurer la récupération de MEA et l'extraction des impuretés contenues dans la solution.

II.2.1.3 Stockage de la solution MEA :

Le stockage se fait dans deux réservoirs G-501 et G-505,le premier sert à fournir la solution de base des trains 100,200 et 300,tandis que dessert les trains 400,500 et 600.

II.2.2. La déshydratation :

A sa sortie de l'absorbeur ,le gaz naturel est saturé en eau , il y'a donc nécessité de le déshydraté .Pour réduire sa teneur en humidité, il passe dans un échangeur à propane pour condenser le maximum d'humidité, il en sort à une température d'environ 21c°.Le gaz passe

ensuite dans un ballon séparateur , ou' l'eau , partiellement condensée, est séparée puis évacuée par le fond du ballon vers le décanteur des hydrocarbures, en quittant le ballon de

Chapitre II

séparateur ,le gaz passe par les sécheurs ou' l'eau est absorbée par les tamis moléculaire, la teneur du gaz en eau est ainsi réduite jusqu'à un taux inférieur à 1 ppm.

Sortant des sécheurs, le gaz naturel subit son premier stade de refroidissement, c'est un cycle de pré-refroidissement au propane ou' le gaz passe de la température ambiante à une température de (-35°C). Cette opération s'effectue à trois (03) niveaux de réfrigération distincts ; haut moyen et bas. La fonction de compresseur est assurée par le compresseur propane à trois étages.[4]

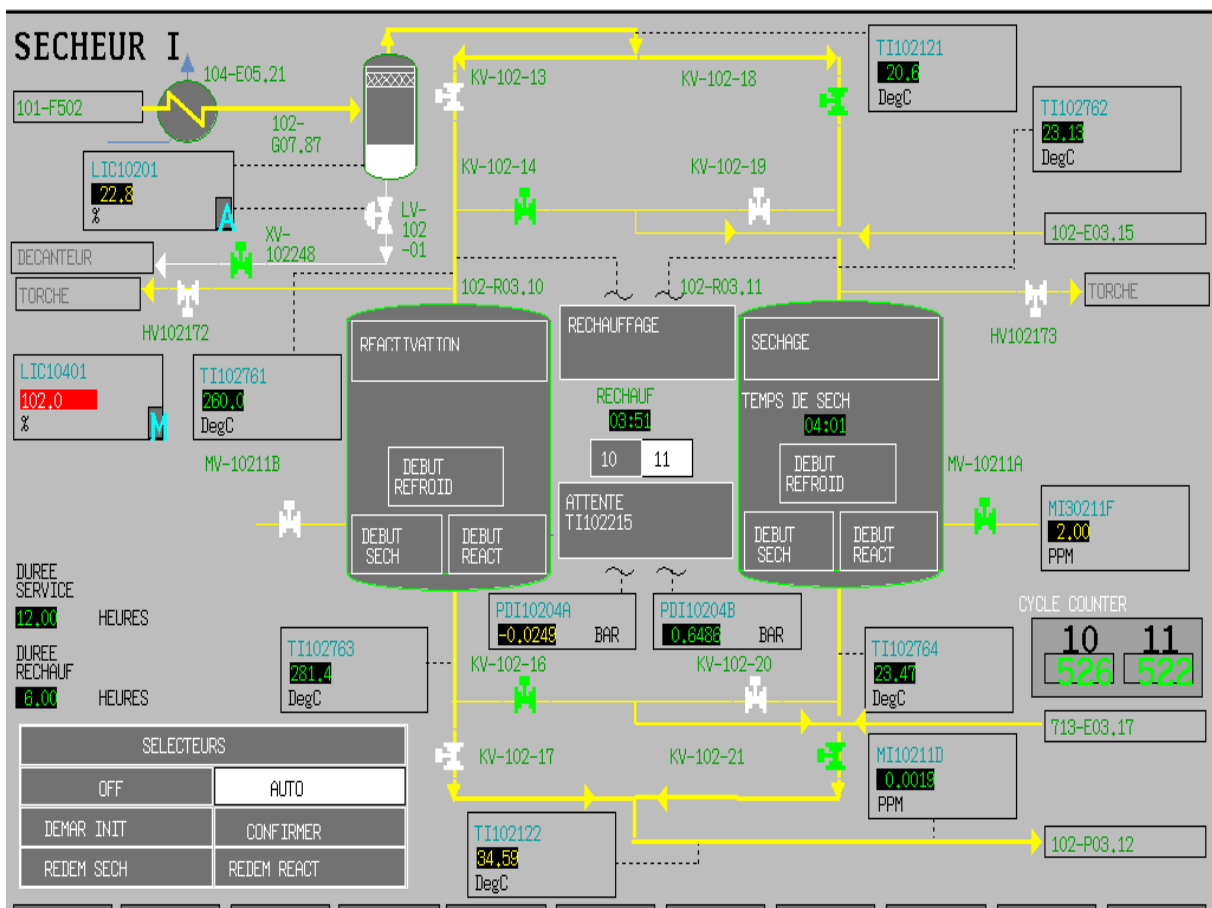


Figure 2 : Section de Déshydratation

II.2.3 Demercurisation :

Le gaz après séchage passe dans un démercuriseur utilisant du charbon actif imprégné de soufre afin d'éliminer le mercure jusqu'à une teneur de 0.001 g/Nm³. Lors du réchauffage, le

Chapitre II

mercure à un comportement particulier en matière de corrosion. Il devient très agressif pour l'aluminium.[4]

II.3.SECION DE SEPARATION ET DE LIQUIFACTION

II.3.1 SEPARATION

La section de séparation est conçue pour séparer les lourds du gaz naturel traité, afin de le liquéfier et le stocker, pendant que les hydrocarbures lourds sont envoyés à la section de fractionnement.[5]

II.3.1.1 Description générale

Le gaz d'alimentation venant de la section de traitement de gaz sous une pression 40 bars effectifs et à température 21 °C est refroidi à (26 °C) par deux échangeurs à propane. Il est ensuite injecté au milieu de la tour de lavage où les produits lourds sont condensés et séparés du méthane, sous l'action d'un courant de reflux et de rebouilleurs, l'un au propane et l'autre à vapeur, puis sont recueillis sous forme liquide en bas de la colonne et dirigés vers la section de fractionnement.

La phase vapeur quittant la colonne est associée à un débit de recyclage de propane et de butane provenant de la section de fractionnement permettant ainsi d'absorber les dernières traces de pentane et de maintenir un débit de reflux acceptable dans la colonne pour l'envoi à la section de liquéfaction

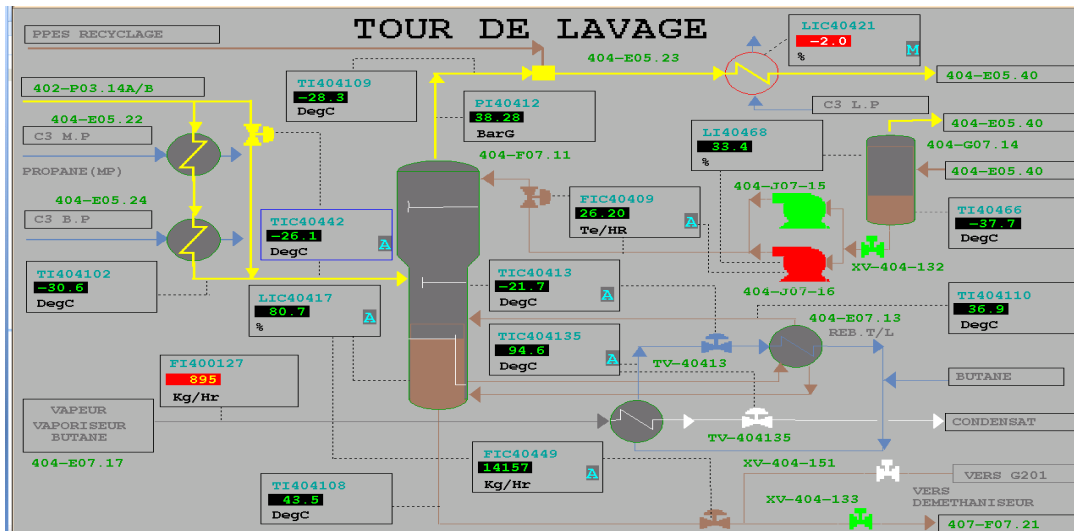


Figure 3 : Section de Séparation.

Chapitre II

II.3.2. LIQUIFICATION

L'échangeur principal liquéfie le gaz naturel traité **GNT** en utilisant le **MCR** comme réfrigérant. Le **GNT** pénètre en bas de l'échangeur principal et progresse vers le haut où il traverse les douches de **MCR**, et quitte l'échangeur sous forme liquide à une pression de 25 bars et une température de (-148 °C).[5]

La liquéfaction du **GNT** se fait en deux temps :

Le premier temps, le **GNT** pénètre dans le faisceau central de l'échangeur principal où il est réfrigéré à (-110 °C) par échange thermique avec les faisceaux **MCR** liquide et **MCR** vapeur, puis le gaz partiellement condensé est liquéfié complètement dans le faisceau froid de l'échangeur principal par échange thermique avec le **MCR** vapeur condensé et se dirige vers l'échangeur à (-148 °C) et sous une pression de 24 bars, en se combinant à la sortie avec un courant de propane et d'éthane en provenance du fractionnement, refroidi dans l'échangeur de rejet.

Ce mélange liquide/gaz est détendue dans une vanne jusqu'à 1,5 bar et sa température est abaissée à (-158 °C) puis subit une deuxième détente jusqu'à 1 bar dans le ballon déazoteur pour éliminer l'azote dissout dans la phase liquide du gaz naturel liquéfié.

Les composants légers, essentiellement l'azote, sont extraits par vaporisation et montent le long de la colonne. La phase liquide **GNL** débarrassée de l'azote est récupérée au fond du déazoteur ou l'acheminement vers le stockage à l'aide des pompes **GNL**.[5]

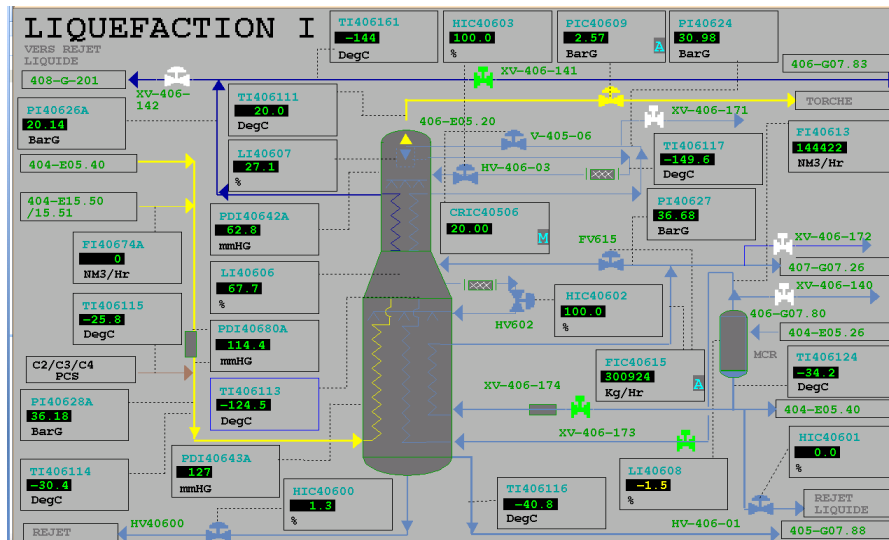


Figure 4 : section de liquéfaction

Chapitre II

II.4. SYSTEME DE REFRIGERATION MIXTE MCR (Multiple Composant Réfrigérant)

Le MCR est un mélange d'azote, méthane, d'éthane et de propane. Ce mélange frigorigène circule dans une boucle fermée à deux compresseurs où il sert à liquéfier le GNT dans l'échangeur principal et sert de réfrigérant pour du condenseur de tête de la tour de lavage.

Le MCR à base pression 1,9 bars et à la température de (-35 °C) provenant du premier compresseur, MCR est comprimé à 12,3 bars est refroidi à 32,3 °C dans un échangeur à eau de mer avant d'être comprimé à nouveau dans le deuxième compresseur, MCR à 44,7 bars où il sort à une température de 132,1 °C. Le MCR haute pression ensuite refroidi à 32,2 °C dans un échangeur à eau de mer puis à (-30,5 °C) dans les échangeurs à propane (3 niveau) d'où il sort à une pression de 42,8 bars. Ce refroidissement a pour effet de condenser les constituants lourds du réfrigérant mixte, essentiellement l'éthane et le propane. Les deux phases sont séparées dans le ballon séparateur MCR haute pression.

Tableau II.1. La composition du MCR:

CONSTITUANT	POURCENTAGE MOLECULAIRE
Azote	3-5
Méthane	42-45
Ethane	52-55

II.5. SECTION DE FRACTIONNEMENT

L'usine de fractionnement est alimentée par les produits de fond de la tour de lavage. Cette unité est installée pour séparer les composants des produits suivants :

1. Méthane d'appoint pour le réfrigérant mixte **MCR** et le **GNL**.
2. Ethane d'appoint pour le réfrigérant mixte **MCR** et **GNL**.
3. Propane d'appoint pour le système propane, le **MCR** et **GNL**.
4. Butane d'appoint du **GN** d'alimentation de l'échangeur principal.
5. Gazoline comme produit commercialisable.
6. Gaz combustible de procédé des chaudières.

Elle est constituée essentiellement de quatre (04) colonnes de distillation en cascade qui sont ;

1. Colonne de déméthanisation.
2. Colonne de déethanisation.
3. Colonne de dépropanisation.
4. Colonne de débutanisation.

II.6. STOCKAGE DU GNL

Avant chargement, le **GNL** est stocké à pression atmosphérique dans de grands réservoirs cylindriques verticaux à proximité de l'usine de liquéfaction. Ceux-ci fonctionnent comme des bouteilles thermos. Métallique ou en béton, ils possèdent une double paroi et une isolation thermique sophistiquée afin de maintenir le gaz à l'état liquide (à -160 °C) avec un minimum d'évaporation.

Pour rappel, près de 600 m³ de gaz naturel occupent seulement 1 m³ à l'état liquide (à pression atmosphérique). Les réservoirs de **GNL**, qui disposent d'une capacité de stockage comprise entre 65000 et 150000 m³ de **GNL** permettent donc de stocker de très grandes quantités d'énergie.[5]

II.7. TRANSPORT DU GNL

Le **GNL** produit par les six (06) trains du procédé est pompé vers la zone de stockage constitué de trois(03) bacs à double paroi métallique avec une capacité de 100 000m³ chacun sous une pression atmosphérique et une température de (-162 °C).

Lors du remplissage des réservoirs, une certaine quantité de produit se vaporise par les pertes de chaleur. La vapeur du réservoir est recueillie dans un collecteur qui l'envoie au compresseur de gaz combustible de chaque train.

Le **GNL** peut être transféré d'un réservoir à un autre lorsqu'on ne charge pas, en utilisant la pompe de transfert.

Le chargement du **GNL** est précédé par le refroidissement de la canalisation de la zone de chargement. La pompe de refroidissement aspire une petite quantité de **GNL** au réservoir de stockage et envoie ce **GNL** dans la canalisation chaude de la zone de rechargement. Le **GNL** vaporisé est repris par la soufflante des gaz résiduel et envoyé dans le collecteur de gaz du revus. Le chargement s'effectue au moyen de cinq(05) pompes de chargement du **GNL** fonctionnant en parallèle et transférant le **GNL** de réservoir de stockage au navire en passant par les bras de chargement. Les vapeurs résiduelles du navire sont renvoyées au collecteur de la vapeur des réservoirs par la soufflante des gaz résiduels.[5]

CHAPITRE III

GAZ TORCHE



CHAPITRE III

III.1 DEFINITION DU TORCHAGE :

Lorsqu'il n'existe pas de débouché pour le gaz, le brulage à la torche est jusqu'à nos jours la solution la plus sûre et la plus courante pour l'éliminer. Le torchage du gaz ou « brulage des gaz » est l'action de bruler, par torchères, des rejets de gaz naturel à différents étapes de l'exploitation du pétrole et du gaz naturel.[5]

Sa fonction est une fonction de sécurité : le système torche assure la protection des équipements contre les montés en pression risquant de les faire exploser. Par ailleurs, le système torche permet de récupérer les gaz et les rejeter dans l'atmosphère.

III.2 DEFINITION DU GAZ TORCHE :

Ce sont des vapeurs de gaz non liquéfié qui sont brulées dans les torches. Le gaz entrant dans le système de torche s'écoule vers un collecteur principal, puis vers la torche ou ils sont brulés à une certaine distance de l'usine pour éviter de créer tout danger.[6]

III.3 LES SOURCES DES GAZ TORCHES :

Cette inflammation qui se produit conjointement avec le processus de conversion du gaz en liquide, provient de sources dont les plus importantes, on distingue :

III.3.1 -gaz torche a partir de l'absorbeur

Le gaz est envoyé vers la torche chaude tant que la teneur en CO_2 n'est pas inférieure à 90 ppm. [7]

III.3.2 -gaz torche a partir des sécheurs

Durant la phase de déshydratation, le gaz humide est envoyé vers la torche chaude tant que la teneur en eau est supérieure à 1 ppm.[7]

III.3.3-gaz torche a partir de tour de lavage

Le gaz de la tour de lavage sont envoyés vers la torche froide tant que la teneur en gazoline est supérieur à 0,05. Il est à noter que la tour de lavage constitue la source la plus importante des gaz torchés. Pour sa stabilisation. Ce torchage dure au maximum quatre heures.[7]

III.4 APPRECIATION DES QUNTITES TORCHES AU NIVEAU DU GL1/Z

III.4.1 DEGIVRAGE D'UN TRAIN : C'est la première étape impérative dans le démarrage.

Cette opération a pour but d'éliminer toute trace d'humidité dans les circuits et éviter ainsi des bouchons de glace dans les systèmes cryogéniques lors du refroidissement.

Elle consiste à faire passer dans tous les circuits un débit de gaz naturel allant de 400000 Nm³/h à une température moyenne de 70°C.

La durée de cette opération peut aller de quelques heures à 30 jours. Elle dépend de la quantité d'eau présente dans les circuits de train de liquéfaction. [8]

III.4.2 DEMARRAGE

La durée moyenne pour un démarrage après un arrêt de longue durée est au minimum de 56 heures avec un débit de 80000 nm³/h. Ce démarrage ne peut débuter qu'après un dégivrage, en plus de la stabilisation :

-Pré refroidissement de la séparation et de l'échangeur principal qui dure 08 heures et consomme 400000 nm³/h de GN.

Refroidissement final de l'échangeur principal qui aussi 08 heures et consomme un débit de 80 000 nm³/h.[8]

III.4.3 ARRET TOTALE

Cette opération s'effectue tous les cinq ans, tous les hydrocarbures sont envoyés vers les torches, de même que pour les quantités de boil-off, d'après les bilans du département production, la quantité du boil-off torchée durant un arrêt total est estimé à 1720 m³ de GNL.

Généralement, au cours de l'exploitation, les unités sont sujettes à des incidents techniques imprévus qui sont des sources d'envoi vers la torche.

L'arrêt d'un train pour longue durée, nécessite de réchauffer l'échangeur principal jusqu'à une température positive (30 °C) pour vaporiser les traces de mercure de l'échangeur en aluminium.[8]

III.5 IMPACT DES GAZ TORCHES

Le gaz torché présente un sérieux problème mondiale, en effet, il affecte l'homme, l'environnement en particulier l'atmosphère et peut causer des dégâts considérables à court et à long terme.

La quantité et la qualité des gaz torchés sont étroitement liées à plusieurs facteurs, notamment le type et à l'âge des infrastructures de procédé, les caractéristiques des hydrocarbures, produits, transformés ou manutentionnés, le volume de l'activité de procédé.[9]

III.5.1 SUR L'HOMME :

Les polluants issus du torchage une fois libérés dans l'air peuvent une gêne notable pour le confort de la population humaine notamment : difficultés respiratoires, irritation des muqueuses nez, gorge et toxicité.[10]

III.5.2 SUE L'ENVIRONNEMENT

C'est un gaspillage d'une ressource naturelle précieuse, et d'autre part sous forme d'émission de dioxyde de carbone, principal gaz à effet de serre. Alors que certains pays se sont dotés d'une législation interdisant cette pratique de longues dates, d'autres ont pris du retard ; l'engagement des compagnies à réduire cette pratique est très variable.

Les exploitants rejettent également du gaz naturel non brûlé « rejet » à l'air libre, délibérément ou non ; ce gaspillage supplémentaire aggrave les émissions de méthane, principal constituant du gaz naturel, les effets d'une émission de CH_4 par rapport à ceux d'une émission de la même masse de CO_2 sont chaque année décalés de 100 ans .

La flamme et la lumière qu'elle émet peuvent être source de pollution lumineuse et perturber l'environnement nocturne, notamment en causant des situation de piège écologique ,pour certaines espèces ,ce qui peut avoir des conséquences indirect dans le cas de pollinisateurs ,quand ils viennent massivement se brûler dans la flamme.[11]

III.5.3 SUR L'ECONOMIE

Les gaz torchés représentent une perte économique énorme vu que ces gaz sont brûlés dans l'atmosphère sans que l'on puisse les traiter et les revendre par la suite afin de générer des profits.

III.6 PRINCIPE OPERATOIRE

III.6.1 TORCHE FROIDE

Chacun de six (06) trains de procès est muni d'un collecteur de 20 pouces et d'un collecteur de 24 pouces qui rejoignent un collecteur principal. Le collecteur principal débouchant sur le ballon séparateur de la torche froide. Les vapeurs d'hydrocarbures passent ensuite dans la torche froide ou elles sont enflammées par une flamme pilote qui brûle constamment après avoir traversé un joint moléculaire, placé au sommet de la cheminée de torche. Un générateur de front de flamme est prévu pour enflammer séparément les quatre(04) flammes pilotes placées au sommet de la cheminée de la torche.[12]

III.6.2 TORCHE CHAUDE

Chacun des six (06) trains de procès est muni d'un collecteur de 36 pouces qui rejoint un collecteur principal débouchant sur le ballon séparateur de la torche chaude. Les vapeurs d'hydrocarbures passent ensuite dans la torche chaude ou elles sont enflammées par une flamme pilote après avoir traversé un joint moléculaire placé au sommet de la cheminée de torche. Un petit pot de purge est placé entre le ballon séparateur et la cheminée de torche, afin de vaporiser les hydrocarbures liquides qui pourrait se condenser sur le trajet menant à la torche. Un générateur de front de flamme est prévu pour enflammer séparément les quatre flammes pilotes placées au sommet de la cheminée de la torche.[12]

III.6.3 TORCHE DES RESERVOIRS DE GNL

La torche de GNL est conçue pour brûler les vapeurs en excès provenant des réservoirs de stockage de GNL et des soufflantes de vapeurs. Les vapeurs issues de ces sources vont à la torche si la pression dans le collecteur de torche de 36 pouces est supérieure à 508 mm de colonne d'eau.

Un générateur de front de flamme est prévu pour allumer séparément les trois flammes pilotes placées au sommet de la cheminée de torche.[12]

III.7 LES AVANTAGES DE TORCHAGE

Les avantages du torchage sont résumés dans les points suivants :

- Réduction des coûts opérationnels associés aux générateurs.
- Utilisation d'un gaz souvent considéré comme un produit de résiduel.
- Réduction des émissions de gaz carbonique et d'autres polluants atmosphériques.
- Evite la libération de méthane dans l'atmosphère, ayant un potentiel de réchauffement planétaire 21 fois supérieur à celui du CO₂.
- Approvisionnement local en carburant qui produit une énergie électrique et thermique stable.[12]

CHAPITRE IV

L'AUTOCONSOMMATION

IV. PROBLEMATIQUE

Le complexe GL1/Z a été conçu pour produire 17 millions de m³ de gaz naturel par jour. Cet objectif n'est pas été toujours réalisé à cause de la défaillance des installations dans le procédé qui on nécessité des arrêts suivis de démarrage des trains de liquéfaction. Pendant ces phases de transition, les gaz sont envoyés vers le réseau torche ou' ils sont brulés à une certaine distance de l'usine afin d'éviter tout danger, ce qui constitue ainsi un moyen de sécurité impératif pour l'usine.

Ces quantités de gaz perdus (torchés) lors des arrêts et de démarrage sont considérées comme importantes, influent sensiblement sur l'autoconsommation et contribuent à l'émission des gaz à effet de serre.

L'autoconsommation constitue l'un des objectifs prioritaires dans la politique de l'entreprise Sonatrach, et au fil du temps elle est devenu un paramètre clé dans la gestion de l'économie de l'entreprise .Parmi les actions entreprises pour lutter contre l'augmentation de l'autoconsommation, il y eut plusieurs opérations de rénovation des unités de production afin de rétablir et d'augmenter la capacité contractuelle en fiabilisant les installations sur plusieurs aspect(cout de procédé ,autoconsommation,).

IV.1 DEFINITION DE L'AUTOCONSOMMATION

L'autoconsommation représente dans une usine de liquéfaction de gaz la quantité d'énergie consommée dans l'usine elle-même pour la production de **GNL** .Elle est égale à la différence entre l'énergie entrante en thermies sous forme de gaz naturel (C₁,C₂,C₃,C₄,C₅+)et l'énergie sortante en thermies sous forme de **GNL** ,de propane ,butane et de la gazoline par rapport à l'énergie entrante en thermie.

Elle est généralement quantifiée par le coefficient d'autoconsommation (AC%) qui exprime le rapport des thermies consommées aux thermies entrantes.

Le taux d'autoconsommation est défini par la formule suivante :

$$AC\% = \frac{E-S}{E} * 100$$

E : Energie entrante en thermies

S : Energie sortante en thermies

A : Autoconsommation

IV.2 BILAN PRODUCTION /AUTOCONSOMMATION DU COMPLEXE GL1/Z

Thermies auto consommées : Sont représentées par les effets suivants.

- Les débits de **GNL** perdu sous forme de flash après l'échangeur principal et dans les bacs de stockage.
- Les appoints de CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 et C_4H_{10} dans le **MCR** pour maintenir la bonne composition de ce dernier.
- Les pertes de deux sortes :
 - ❖ Les pertes lors du démarrage et des arrêts et qui sont plus importantes car les débits peuvent aller jusqu'à 80 000 Nm³/h de **GNL** pendant plusieurs heures et même plusieurs jours.
 - ❖ Pertes par fuites de gaz vers torches et la vapeur vers atmosphère.

Thermie produites : Elles sont constituées par l'ensemble des productions commercialisées à savoir :

- Gaz naturel liquéfié **GNL**.
- Le propane.
- Le butane.
- La gazoline.

IV.3 LES PRINCIPALES CAUSES DE L'AUGMENTATION DE L'AUTOCONSOMMATION

Les principales causes de l'augmentation de l'autoconsommation :

1. Le dégivrage d'un train de liquéfaction qui consiste au pré démarrage.
2. Les démarrages et les arrêts des trains.
3. **L'appoint de GN dans le réseau fuel/gaz** : Cet appoint est nécessaire pour maintenir le réseau fuel gaz à sa pression normal de fonctionnement des chaudières.

4. **Les débits du GNL perdu** : Sous forme de flash en aval de l'échangeur principal et dans les bacs de stockage.
5. **Les réseau gaz combustibles**, ainsi que ces points alimentant les chaudières.

Chapitre IV

6. **Les appoints des fluides réfrigérants** : Pour maintenir sa bonne composition.
7. **Les pertes par fuites de gaz** : Vers torches et vapeur atmosphère.
8. **Les pertes de GN** : Alimentant en permanence les pilotes des torches.

Les gaz de boil-off : Retour des gaz de chargement méthaniers

IV.4 .BILAN GAZ DU COMPLEXE :

A titre indicatif, et afin de situer la valeur de l'autoconsommation obtenue au cours des années 2019,2020 et 2021, nous avons d'abord fait une estimation de l'autoconsommation durant le premier semestre 2019 ensuite comparé ces valeurs.

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	TOTAL
GAZ TRAITE 10 ³ CM ³	1023000,712	981000,179	1155200,612	1146800.52	1108300,27	1522400,13	6936702,42
GAZ Transformé	786073,747	796179,745	913648,164	910215,573	868353,262	1167528,66	5441999,15
AUTO CONSOMATION 10 ³ CM ³	236926,965	184820,434	241552,448	236584,947	239947,008	354871,47	1494703,27
AC %		18,84	20,91	20,63	21,65	23,31	21,416

Tableau IV.1 : bilan des gaz torchés durant le premier semestre de l'année 2019

Tableau IV.2: Autoconsommation en fonction de la production annuelle (2019-2021)

Année	2019	2020	2021
AC %	23.51	25.46	18.36

Pour mieux visualiser l'évolution de l'autoconsommation au cours du temps. Nous avons indiqué cette évolution sur l'histogramme ci-dessous (figure 5)

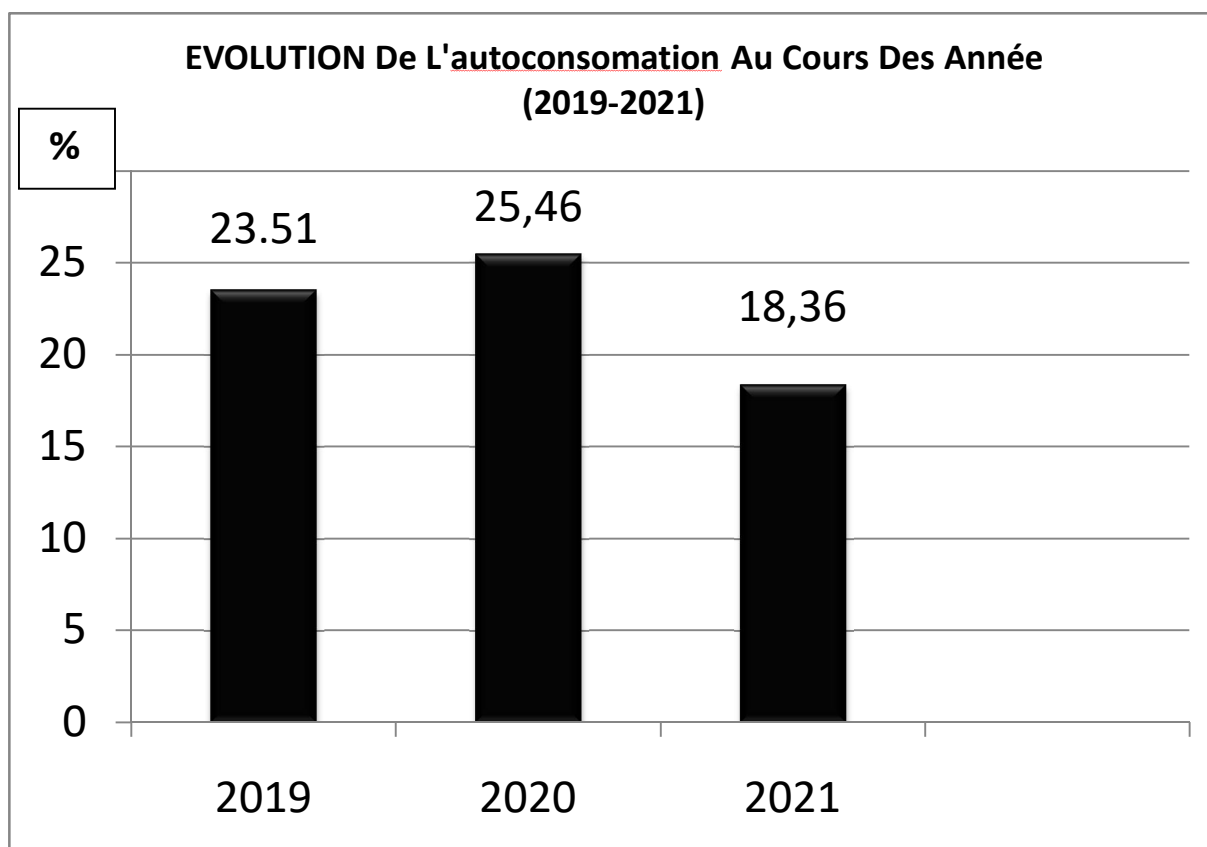


Figure 5 : Evolution de l'autoconsommation au cours des années 2019-2021

- Dans ce graphe on observe que l'autoconsommation s'est située globalement entre 18.36% et 25.46%

Tableau IV.3 : Evolution de la production de GNL au cours de temps (2019-2021).

Année	2019	2020	2021
Production De GNL En m³	8953460.46	57297225.8	31102669.2

Pour mieux visualiser l'évolution de la production de GNL au cours du temps. Nous avons indiqué cette évolution sur l'histogramme ci-dessous (**figure 6**)

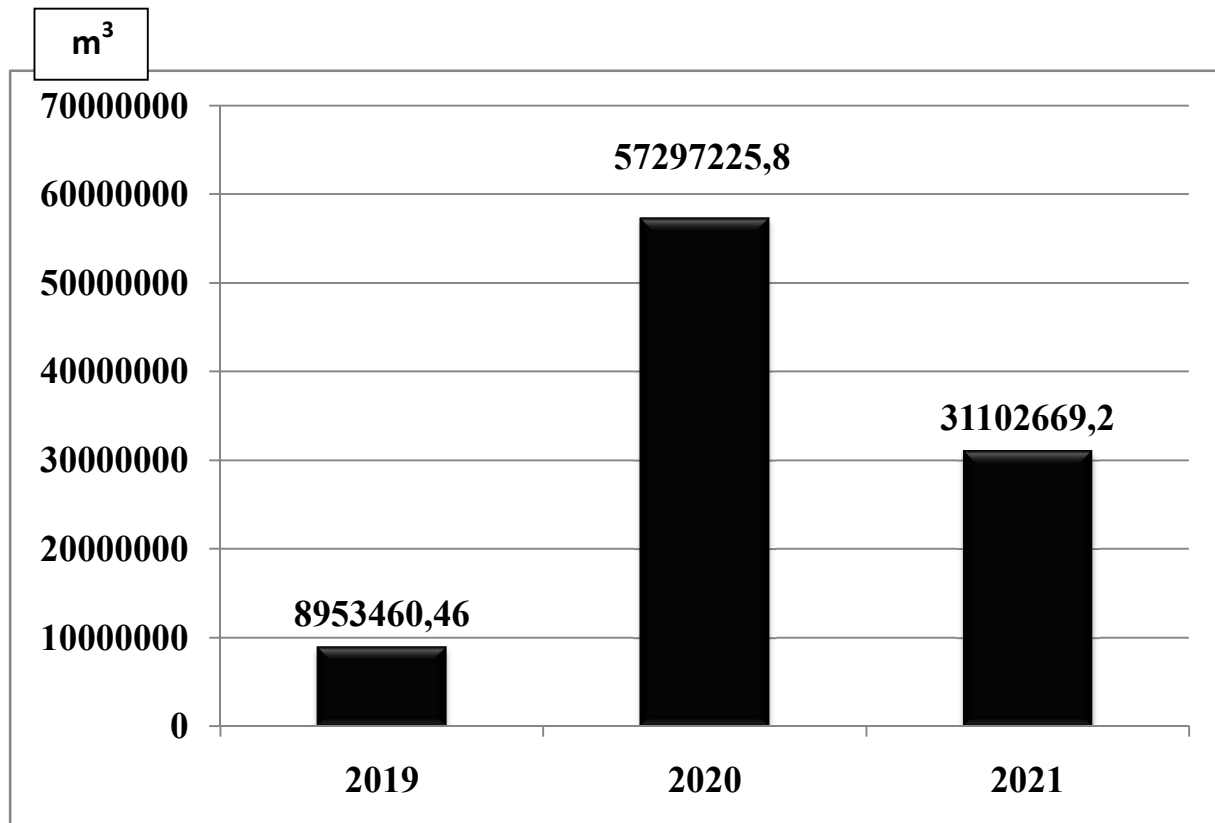


Figure 6 :L'évolution de la production GNL au cours des années (2019-2022)

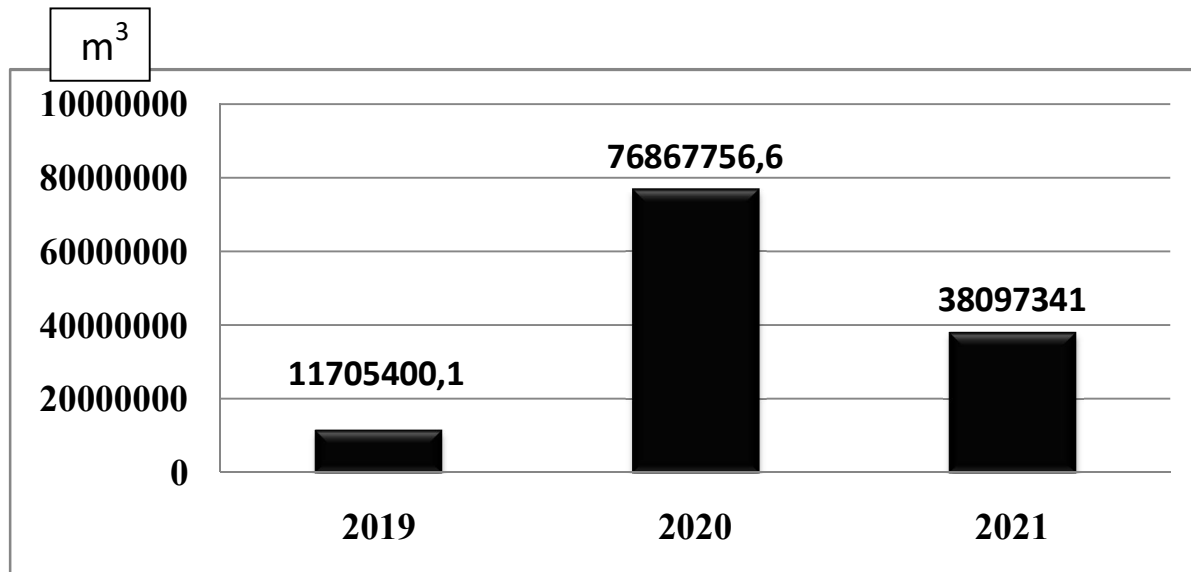


Figure 7 : L'évolution de gaz traité au cours des années (2019-2022)

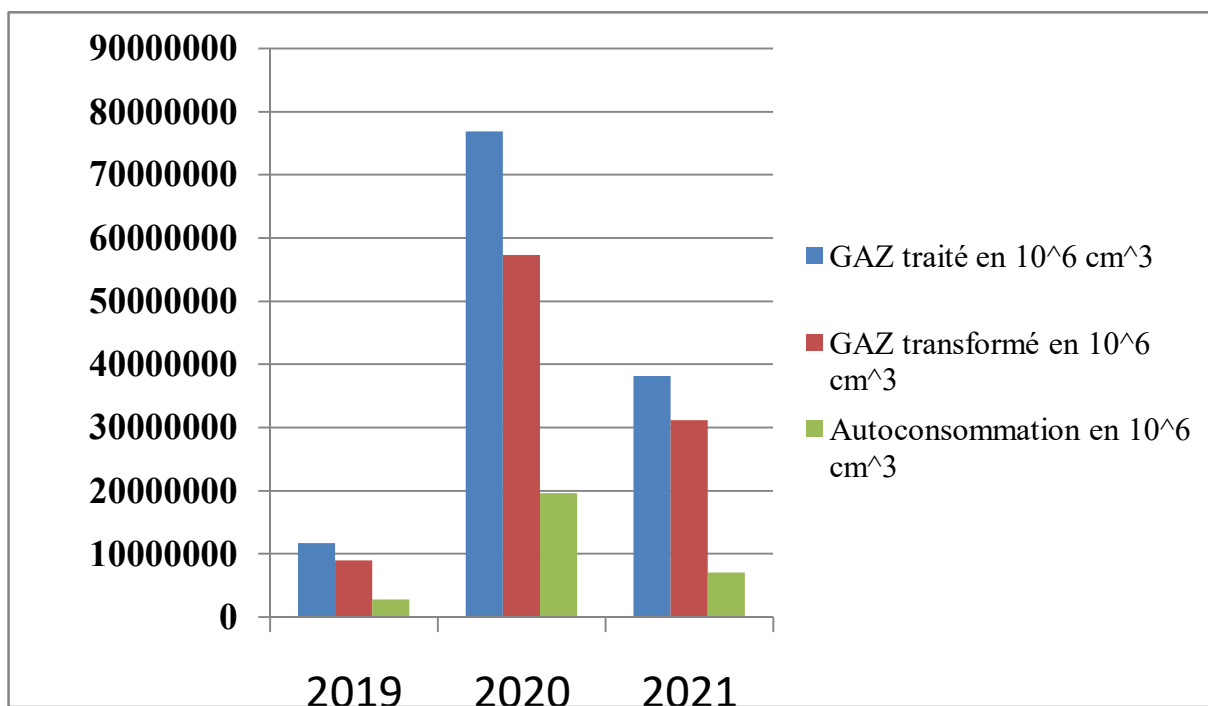


Figure 8 : Bilan d'autoconsommation en fonction de gaz transformé par rapport au gaz traité

➤ **Interprétation :**

L'examen des résultats obtenus montre que :

- ✓ L'autoconsommation diminue lorsque la production en GNL augmente .c'est à dire que l'autoconsommation est inversement proportionnelle à la quantité produite en GNL .ceci signifie que plus on produit moins on consomme d'énergie et donc qu'on torche moins.
- ✓ Durant la période allant de 2019 jusqu'à 2021 nous avons remarqué une réduction du facteur d'autoconsommation. On observe une augmentation de ce facteur et cela en raison de plusieurs problèmes d'exploitation ainsi que du nombre élevés des arrêts. des déclenchements et des délestages.

CONCLUSION GENERAL

Le groupe Sonatrach s'est engagé à faire des performances en matière de santé, de sécurité et d'environnement. Il s'est engagé à tout mettre en œuvre pour assurer la sécurité de ses activités, la préservation de la santé au travail, la protection de l'environnement et à minimiser pour la population riveraine, les risques éventuels découlant de ces activités.

Nous avons tenté au cours des différentes étapes de cette étude de trouver des solutions appropriés afin de minimiser les quantités de gaz torchés au niveau du complexe GL1/Z. Ce qui nous a amené à proposer une réalisation d'une unité de récupération des gaz torchés.

Les principales causes de cet excès de consommation de gaz sont souvent inhérentes à la conception même des installations dont :

- Les déclenchements répétés des lignes de procédé.
- Certaines anomalies observées au niveau des machines tournantes.
- Les défauts d'instrumentation et de contrôle du procédé.
- La réduction du taux de production de GNL pour diverses raisons.

Ces évènements constituent des sources communes d'autoconsommation excessives, se traduisant par un trochage d'importantes quantités de gaz, et donc, par des pertes économiques considérables.

Afin de réduire l'ampleur de la pollution atmosphérique, les émissions de gaz à effet de serre et d'assurer la valorisation des ressources gazières, des investissements très lourds ont été consentis par les entreprises du secteur.

Cet effort de réduction des émissions des gaz torchés concerne également les unités de SONATRACH. Le présent projet est une contribution à cet effort de limitation des émissions de gaz torché au niveau du complexe GL1/Z.I. vise précisément à étudier la possibilité de récupérer vers gaz torchés et de réutiliser dans le même complexe.

Liste des Figures

Figure1 : section de décarbonatation.	8
Figure2 : section de déshydratation.	11
Figure3 : section de séparation.	13
Figure4 : section de liquéfaction.	14
Figure 5 : L'évolution de l'autoconsommation au cours des années 2019-2021.	28
Figure 6 :L'évolution de la production GNL au cours des années 2019-2021.	29
Figure 7 :L'évolution de gaz traité au cours des années 2019-2021.	30
Figure 8 : Le bilan d'autoconsommation en fonction de gaz transformé par rapport le gaz traité.	30

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : La composition du MCR.	14
Tableau IV.1 : Le bilan des gaz torchés durant le premier semestre de l'année 2019.	25
Tableau IV.2 : L'autoconsommation en fonction de la production annuelle 2019-2021.	26
Tableau IV.3 :L'évolution de la production de GNL au cours de temps 2019-2021.	27

BIBLIOTHEQUE

- [1] MW.PULLMAN KELLOGG COMPANY "Manuel opératoire " Volume I (process), USA 1994
- [2] MW.PLUMAN KELLOGG COMPANY "Manuel opératoire " Volume II (process), USA 1994
- [3] TAIBELAIDET BOUSSAD, Senior Ingénieur Process, Récupération de la MEA, document réaliser à SONATRACH, Activité Aval, Division GNL, Complexe GL1/Z, 2003.
- [4] SONATRACH "Faites connaissance avec les hydrocarbures " Algérie, 3eme édition 1993.
- [5] Fatma Zohra Selini « L'impact du projet RGA sur le torchage et la production » 2018
- [6] <https://www.google.com/amp/s/www.connaissancedesnergies.org>
- [7] MW.PULLMAN KELLOGG COMPANY "Manuel Opérateur " Volume I (process), USA 1994
- [8] MW.PULLMAN KELLOGG COMPANY "Manuel Opérateur " Volume III (process), USA 1994
- [9] Fatma Zohra Selini « L'impact du projet RGA sur le torchage et la production 2018
- [10] <https://www.gazprom-energy.fr/gazmagazin .aout 2018>.
- [11] Sur la base des données de l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA).
- [12] Manuel formation d'ingénieur bloc 7-Module 2 , leçon 1 15/08/1995.

