

Department of Process Engineering
Ref :...../U.M/F.S.T/2024

قسم هندسة الطرائق
رقم :..... / ج.م.ك.ع.ت//2024

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie des procédés

Option : Génie des procédés de l'environnement

Thème

Calcul de quantification des émissions de GES au niveau du Complexe
GL3/Z

Présenté par

- 1- BERRAH Radjaa
- 2- BELMOKADEM Ikram

Soutenu le 30 /06 / 2024 devant le jury composé de :

Président :	KHALLADI Malika	MCB	Université de Mostaganem
Examineur :	MEKHATRIA Djilali	MCB	Université de Mostaganem
Rapporteur :	SMAIL Bentaiba	MAA	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2023/2024

Dédicaces

Je dédie cet humble et modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté

A mes chers parents, source de tendresse, de noblesses d'affectation, puisse cette étape constituer pour vous un motif de satisfaction ;

A mes frères Walid et Zerouki et mes sœurs Manel, Aicha, Aya et ma belle-sœur Rihab, témoignage de la fraternité avec mes souhaits de bonheur, de santé et de succès ;

A ma tante d'amour Khadra que Dieu la garde pour nous

A ma chère grand-mère, qui me soutient par ses prières

Et à tous les membres de ma famille

A l'âme de ma meilleure amie

A mon binôme Ikram, et mes amis, qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès

A tous ceux que j'aime

BERRAH

RADJAA

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier ALLAH de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce travail.

Je dédie ce mémoire :

À mes chers parents, ma mère qui a toujours cru en moi et m'a encourager à poursuivre mes rêves, mon père qui grâce à lui j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité, votre lumière et amour continuèrent d'éclairer mon chemin, qu'Allah vous accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse ;

A mes chères sœurs et mon cher frère pour leur encouragement et leur soutien tout au long de mes études, leur présence et aide ont été précieuses a chaque étape de ce parcours, qu'Allah les protégé et les offre la chance et le bonheur ;

A toute ma famille que j'aime pour leur encouragement et amour et leur présence réconfortante ;

A mes très chers amis avec qui j'ai partagé les plus beaux moments, rendant chaque instant mémorable ;

Et à ma binôme et amie, dont l'amitié et la collaboration précieuses ont été une source inépuisable de motivation et de joie tout au long de ce projet ;

Merci d'être toujours là pour moi.

IKRAM BELMOKADEM

Remerciement

Tout d'abord nous tenons à remercier ALLAH qui nous a guidé et donné le courage et la volonté de surmonter toutes les difficultés durant notre travail.

Nous adressons nos remerciements à notre encadrant, monsieur ISMAIL BENTAIBA qui nous a aidé dans notre travail, pour ses conseils et orientations dans le but d'une bonne conduite de notre travail.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à tout le personnel du complexe GL3/Z au niveau des différents départements particulièrement département études, où nous avons effectué ce projet, ainsi que l'équipe de projet GES de l'activité SONATRACH/LQS pour l'aide bénéfique et leur accompagnement lors de notre stage.

Résumé

Les changements climatiques apparaissent de plus en plus souvent à la une de l'actualité, et l'attention accordée à ce problème par les médias est totalement justifiée. Le climat de notre planète n'a certes jamais été stable, mais les milliers d'experts qui composent le « Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat » (le GIEC, ou en anglais : Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) confirment sans équivoque le phénomène de réchauffement global et le lien avec les émissions de gaz à effet de serre d'origine d'activité industrielle.

Au cours des dernières décennies, les émissions de gaz à effet de serre ont nettement augmenté en Algérie, car le modèle économique et le modèle de développement du pays impliquent la consommation de grandes quantités d'énergies fossiles. L'Algérie a pris conscience de ce problème et promeut désormais les énergies renouvelables et l'atténuation des changements climatiques dans le but de moderniser l'industrie, de créer des emplois, d'améliorer la qualité de la vie et de soutenir les efforts internationaux en matière d'atténuation des changements climatiques.

SONATRACH, première entreprise pétrolière et gazière en Algérie, consciente que l'industrie des hydrocarbure est la plus polluant dans le secteur, vise à faire pour une première fois un recensement sur les émissions du GES issus de la combustion stationnaire au niveau du complexe GL3Z, notamment : les turbines, le four et l'incinérateur et cela, à partir d'évaluation rigoureuse utilisant le bilan carbone en considérant que tout le carbone de la charge se transforme en CO₂, et en second lieu par une évaluation simplifiée utilisant un FE donné par le référentiel GES avec une quantité de temps estimer afin d'élaborer un inventaire des GES.

Mots-clés : gaz à effet de serre (GES) ; le changement climatique ; référentiel GES ; facteur d'émission ; bilan carbone

الملخص

يتزايد انتشار تغير المناخ في الأخبار، واهتمام وسائل الإعلام بهذه القضية له ما يبرره تمامًا. لم يكن مناخ كوكبنا مستقرًا أبدًا، لكن آلاف الخبراء الذين يشكلون الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) يؤكدون بشكل لا لبس فيه ظاهرة الاحتباس الحراري والصلة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري من النشاط الصناعي.

في العقود الأخيرة، زادت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل كبير في الجزائر، حيث يتضمن النموذج الاقتصادي والإنمائي للبلاد استهلاك كميات كبيرة من الوقود الأحفوري. وقد أصبحت الجزائر على وعي بهذه المشكلة وتعمل الآن على تعزيز الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ من أجل تحديث الصناعة وإيجاد فرص العمل وتحسين نوعية الحياة ودعم الجهود الدولية للتخفيف من آثار تغير المناخ.

وتهدف شركة سوناطراك، الشركة الرائدة في مجال النفط والغاز في الجزائر، إدراكاً منها أن صناعة الهيدروكربونات هي الأكثر تلويثاً في هذا القطاع، إلى إجراء جرد لأول مرة لانبعاثات هذه المواد من الاحتراق الثابت في مجمع GL3Z، بما في ذلك: التوربينات والأفران والمحارق، من تقييم صارم باستخدام رصيد الكربون مع الأخذ في الاعتبار أن جميع الكربون الموجود في الحمل يتحول إلى ثاني أكسيد الكربون، وثانياً من خلال تقييم مبسط باستخدام إطار كهربائي يقدمه مستودع غازات الدفيئة مع قدر من الوقت لوضع قائمة جرد لغازات الدفيئة.

الكلمات المفتاحية: غازات الدفيئة؛ تغير المناخ؛ خط الأساس لغازات الدفيئة؛ عامل الانبعاثات؛ البصمة الكربونية.

Abstract

Climate change is increasingly making headlines, and the media's attention to this issue is fully justified. While Earth's climate has never been completely stable, the thousands of experts comprising the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) unequivocally confirm global warming and its link to greenhouse gas emissions from industrial activities.

Over the past decades, greenhouse gas emissions have significantly risen in Algeria due to the country's economic and developmental models relying heavily on fossil fuel consumption. Algeria has recognized this issue and now promotes renewable energies and climate change mitigation to modernize industries, create jobs, improve quality of life, and support international efforts in climate change mitigation.

SONATRACH, Algeria's leading oil and gas company, aware of the industry's significant pollution impact, is conducting its first-ever inventory of stationary combustion GHG emissions at the GL3Z complex. This includes turbines, furnaces, and incinerators, using rigorous carbon accounting where all carbon in the feedstock is assumed to convert to CO₂. Additionally, a simplified assessment using a specified emission factor from the GHG reference framework and estimated time quantities aims to develop a GHG inventory.

Keywords: greenhouse gases (GHG); climate change; GHG reference framework; emission factor; carbon accounting.

Liste des abréviations

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

aMDEA : Amine Méthyle Diéthylamide Activé

BP : Basse pression

EPIC : Etablissement public à caractère industriel et commercial

FE : Facteur d'émission

GES : Gaz à effet de serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GL3Z : Gaz Liquéfié d'ARZEW

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

GP1Z : Gaz pétrole liquéfié d'ARZEW

GPL : Gaz Pétrole Liquéfié

GT : Gaz torché

GTG : Gaz Turbine Generator

GTC : Gaz Turbine compressor

HP : Haute pression

IPCC : Intergouvernemental Panel on Climate Change

MR : Réfrigérant Mixte

MW : Méga watt

OMM : Organisation météorologique mondiale

PCI : Pouvoir calorifique inférieur

PCS : Pouvoir calorifique supérieur

PNUE : Programme des Nations unies pour l'environnement

PRG : Pouvoir de réchauffement globale

Liste des tableaux

Tableau .I.1 : capacité de production du complexe GL3Z.....	05
Tableau II.1 : les sources d'émission des GES au niveau du complexe.....	16
Tableau II.2 : Les valeurs des PRG des trois gaz.....	18
Tableau III.1 : Relevé annuel des volumes de combustible en contrat m^3 (Cm^3).....	21
Tableau III.2 : relevé mensuel des volumes de gaz brûlé au niveau des torches.....	22
Tableau III.3 : relevé mensuel des volumes de GES ventilés.....	23
Tableau III.4 : Calcul des pouvoirs calorifiques inférieurs de combustible(TJ/Cm^3)....	24
Tableau III.5 : calcul de la puissance annuelle par équipement.....	25
Tableau III.6 : Facteur d'émission selon chaque gaz de combustion.....	25
Tableau III.7 : quantité de GES rejeté par la combustion stationnaire.....	26
Tableau III.8 : quantité de GES rejeté par les torches.....	28
Tableau III .9 : les émissions totales des GES en équivalent CO_2	29

Liste des figures

Figure 0I.1 : carte réseau algérien de transport des hydrocarbures.....	4
Figure I.2 : Position du site GL3 Z.....	5
Figure I.3 : présentation du complexe GL3Z.....	6
Figure I.4 : un schéma représente les utilités du complexe GL3 Z.....	7
Figure I.5 : l'unité de fractionnement.....	9
Figure I.6 : le schéma fonctionnel du complexe GL3Z.....	11
Figure II.1 : l'impact des gaz à effet de serre.....	14
Figure III.1 : courbe presente le volume annuel de combustible brulé.....	21
Figure III.2	26
Figure III.3	27
Figure III.4	27
Figure III.5	28
Figure III.6	30

Sommaire

Résumé

الملخص

Abstract

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale 1

Définitions 2

Chapitre I : Présentation du complexe GL3Z

I.1 Description générale de l'Usine 4

I.2 Emplacement de l'usine 5

I.3 Présentation générale des installations du train de GNL 6

I.3.1 Les utilités 6

I.3.2 Description générale des différentes unités 7

I.3.3 Off-sites 10

Chapitre II : Généralités sur les Gaz à Effet de Serre (GES) et leurs sources d'émission au niveau du complexe GL3Z

Introduction 13

II.1 Généralités sur les gaz à effet de serre (GES) 14

II.1.1 Définitions des gaz à effet de serre 14

II.1.2 Les principaux gaz à effet de serre (GES) 14

II.1.3 L'impact des gaz à effet de serre 15

II.1.4 Les catégories d'émissions des gaz à effet de serre 15

II.1.5 Les sources d'émission des GES au niveau du complexe 16

II.1.6 Méthodologie de quantification des GES émis 17

Chapitre III : Relevés et calculs

Introduction 20

III.1 Identification des sources de gaz à effet de serre 20

III.1.1 Identification des équipements utilisant la combustion stationnaire.....	20
III.1.2 Identification des sources d'émission occasionnelles (fugitives)	22
III.2 Calcul des quantités de gaz à effet de serre rejetés	23
III.2.1 Calcul des quantités de gaz à effet de serre rejetés par les sources fixes	23
III.2.2 Calcul des quantités de gaz à effet de serre (GES) rejeté par les torches	27
III.2.4 Calcul de quantification de chaque gaz rejeté en équivalent CO ₂	28
Conclusion générale.....	31

Introduction générale

Depuis quelques décennies, un certain nombre d'études et d'indicateurs fiables démontrent que le climat se réchauffe à l'échelle du globe. Un phénomène inquiétant qui nous interpelle sur nos activités émettrices en gaz à effet de serre (GES). Ce sont les pays industrialisés qui sont les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre. Cependant, les GES dans ces pays vont baisser d'ici 2050 et ce sous l'effet des évolutions technologiques et des contraintes politiques. Par contre, les pays en voie de développement dont les populations vont doubler, vont être hissés au niveau des consommations des pays développés.

Les leviers du progrès en matière de réduction des émissions de GES sont aujourd'hui correctement identifiés, et le choix des moyens à mettre en œuvre restent un challenge opérationnel. La volonté d'amélioration continue des actions mises en œuvre passent nécessairement par une logique de quantification. Elle seule permettra un pilotage réfléchi et efficace du plan d'actions de réduction des émissions de GES.

A ce titre, SONATRACH met en place, à travers un référentiel, un processus régulier d'évaluation quantitative des émissions de GES. Elle définit le niveau d'exigence indispensable au processus de suivi et de relevé des émissions de GES afin d'homogénéiser le processus d'acquisition et de consolidation des données, en cohérence avec les préconisations nationales et internationales applicables. L'usine GL3Z fait partie d'un ensemble de complexes de traitement de gaz dirigé par SONATRACH en Algérie.

Objectif

L'objectif de notre travail est d'établir un inventaire des sources d'émission de gaz à effet de serre au niveau du complexe GL3Z. Puis faire les calculs nécessaires pour la quantification des émissions de ces gaz à effet de serre.

Le présent mémoire comporte trois chapitres. Le premier chapitre est dédié à la présentation du complexe GL3Z. Le deuxième chapitre est consacré aux gaz à effet de serre. Quels sont ces gaz ? C'est quoi l'effet de serre. Quelles sont les sources de ces gaz au niveau du complexe GL3Z. Dans le troisième chapitre, nous ferons les calculs de quantifications à partir de relevés que le complexe a mis à notre disposition. Nous terminerons par une conclusion et quelques recommandations.

Définitions

- ❖ **GIEC** est l'acronyme de Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC en anglais). Cet organe a été créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). Le GIEC a pour mission d'évaluer et de synthétiser, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique nécessaires à la bonne compréhension des fondements scientifiques des risques liés au changement climatique d'origine anthropique. Il étudie précisément les conséquences possibles de ce changement et envisage des stratégies d'adaptation au changement climatique ainsi que d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Ses évaluations sont fondées sur des publications scientifiques et techniques dont la valeur scientifique est largement reconnue. Le GIEC et l'ex-Vice-président des États-Unis d'Amérique, Al Gore, ont reçu le Prix Nobel de la paix en 2007 pour leur contribution dans le domaine des changements climatiques.

- ❖ **Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)** est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) français créé en 1991. Il est régi par la loi n° 90-1130 du 19 décembre 1990 (publié au JO du 22 décembre 1990) et le décret n° 91-732 du 26 juillet 1991 (publié au JO du 28 juillet 1991). Il est placé sous la tutelle des Ministères chargés de la Recherche et de l'Innovation, de la Transition écologique et solidaire, de l'Enseignement supérieur. L'ADEME suscite, anime, coordonne, facilite ou réalise des opérations de protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie, avec un budget de 690 millions d'euros en diminution (605 millions prévus en 2019) pour un effectif salarié de 963 équivalents temps-plein.

Chapitre I : Présentation du complexe GL3Z

I.1 Description générale de l'Usine

Le complexe du gaz intégré est en train d'être développé par la SOCIETE (SONATRACH) en Algérie et implique les réserves de gaz sur le terrain dans le Bassin de Berkine (Centre Est de l'Algérie) et comprend un système de pipeline de gaz et une nouvelle unité de GNL qui est sise dans la zone industrielle du port de Arzew Deuxième titre.



Figure 01.1 : carte réseau algérien de transport des hydrocarbures

Le complexe GL3Z est composée d'un méga train de GNL et toutes les infrastructures nécessaires y compris les utilités, les stockages et les chargements des navires.

Le gaz naturel liquéfié produit dans l'usine du GNL est exporté aux marchés internationaux, les composants les plus lourds, comme le GPL et la gazoline, avec une valeur ajoutée plus haute, sont extraites séparément pour l'exportation.

Actuellement l'utilisation de l'éthane est dans la consommation interne du train, par exemple la réintégration au réfrigérant mixte et une éventuelle injection d'éthane dans le gaz combustible.

Le flux de gaz riche en hélium est disponible à un raccordement pour l'extraction future de l'Hélium.

Le Propane / Butane est disponible à un raccordement pour la connexion aux installations de stockage du GP1Z.

Le procédé de liquéfaction du GNL-3Z est censé traiter le flux du gaz d'entrée, le fractionner en méthane, éthane, propane, butane et gazoline et liquéfier le méthane.

La capacité de production du complexe GL3Z est présentée ci-dessous

	Capacité de production
GNL	10.6 Millions m ³ /an (4.7 M tonne/an)
Ethane	300 000 tonne/an
Propane	275 000 tonne/an
Butane	58 000 tonne/an
Gazoline	47 000 tonne/an

Tableau .I.1 : capacité de production du complexe GL3Z.

Capacité de stockage du complexe GL3Z

- 02 Bacs de 160 000 m³ chacun pour le GNL.
- Bac de 56 000 m³ pour le Propane.
- Bac de 12 000 m³ pour le Butane.
- 01 Bac de 1 800 m³ pour le Gazoline.

I.2 Emplacement de l'usine

Le site de l'usine se trouve sur la Côte Méditerranéenne à Béthioua, à l'Est d'Arzew, dans la zone du port industriel d'Arzew ; son étendue est de 54,6 ha. L'usine de GPL GP1Z se trouve à la limite Est du site, tandis que l'usine de désalinisation (KHARAMA) et l'usine GL2Z existante se trouve à la limite Ouest. La Mer méditerranée et la route du port se trouvent au nord du site, alors que la route principale de la zone industrielle se trouve au sud.

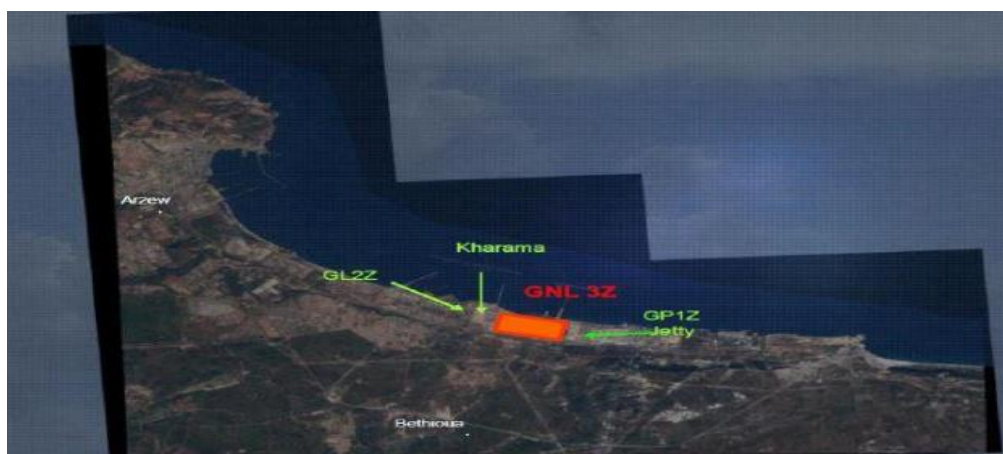


Figure I.2 : Position du site GL3 Z.

I.3 Présentation générale des installations du train de GNL

D'une façon générale, l'implantation du complexe est divisée en trois parties bien distinctes :

- Les utilités.
- Le train de procédé.
- La zone terminale « Stockage et chargement ».



Figure I.3 : présentation du complexe GL3Z.

I.3.1 Les utilités

Le rôle des utilités est de fournir les éléments nécessaires au fonctionnement du train de procédé de GNL et de gérer les réseaux communs qui le composent.

Ces unités produisent et distribuent l'énergie électrique, l'air service et l'air instrument. Elles gèrent également les réseaux communs tels que les systèmes torche, eaux diverses, azote, huile chaude. La figure (I.4) représente les différentes unités de la section d'utilité.[1]

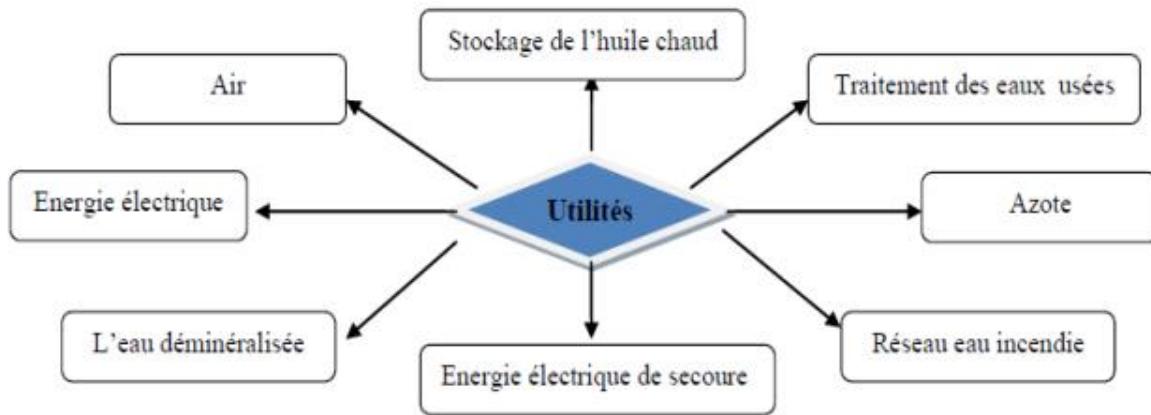


Figure I.4 : un schéma représente les utilités du complexe GL3 Z.

I.3.2 Description générale des différentes unités

Unité 01 : L'arrivée du Gaz.

Est conçue pour mesurer le gaz Arrivée, d'alimentation de l'Usine et comprend un skid de comptage et une vanne d'isolement.

Unité 02 : Stockage d'Amine

C'est un système de Stockage et de distribution (vers Unité 12) du Solvant d'élimination du Gaz Acide utilisant le produit « Amine Méthyle Diéthylamide Activé (aMDEA) ».

Unité 08 : Stockage d'Huile

Unité de stockage de l'Huile distribuée vers le four (Unité 18) afin d'assurer de l'huile Chaude le réchauffage du gaz à un moment défini pendant le processus de liquéfaction.

Unité 51: Génération d'énergie « normale »

C'est une unité disposant de quatre (04) turbogénérateurs à turbine à gaz, permettant la production de l'énergie électrique nécessaire pour l'alimentation de toutes les unités et infrastructures de l'Usine.

Unité 53 : Génération d'énergie « secours »

Cette unité dispose de 04 Générateurs de secours à moteur diesel assurant l'alimentation des unités nécessaires et des infrastructures de l'Usine pendant l'arrêt ou le dysfonctionnement de l'unité 51.

Unité 55 : Système Commun de Gaz Combustible

Le Système Commun de Gaz Combustible (Gaz Arrivée) est conçu pour alimenter et distribuer le gaz combustible (HP à 24.5 bar et BP à 5 bar).

Unité 56 : Système d’Air Instrument et d’Air Service

Ce Système est conçu pour produire une quantité d’air suffisante pour l’exploitation du site. Cette unité comporte deux (02) compresseurs pour la production d’Air et deux (02) sècheurs assurant la déshumidification de ce dernier pour les exigences du processus de liquéfaction.

Unité 57 : Système d’Azote

Celle-ci est conçue pour stocker et distribuer l’Azote nécessaire au fonctionnement adéquat de l’Usine. Cette unité comprend deux réservoirs de stockage alimentés quotidiennement d’Azote fourni par d’autres Usines, par l’intermédiaire de camions citernes.

Unité 59 : Système d’Eau Déminéralisée et de Service

Le Système d’Eau est conçu pour recevoir, stocker et distribuer l’Eau de Service et l’Eau Déminéralisée.

Unité 58 : Système d’Eau Potable

Le Système d’Eau Potable est conçu pour recevoir, stocker et distribuer de l’eau, utilisée comme Eau Potable et Eau de Service pour les infrastructures.

Le procédé (Unités de Fabrication)

Unité 11 : Conditionnement du Gaz d’Alimentation

L’Unité de Conditionnement du Gaz d’Alimentation comprend la Compression du Gaz d’Alimentation et la section d’Elimination du Mercure.

Unité 12 : Décarbonatation de Gaz

Unité d’élimination du Gaz Acide (Dioxyde de Carbone)

Unité 13 : Déshydratation de Gaz

L’unité de Déshydratation est conçue pour éliminer l’humidité du gaz d’alimentation afin d’éviter tout bouchage au niveau du processus cryogénique.

Unité 14 : Système du Gaz Combustible (Train 1)

Le Système de Gaz Combustible est conçu pour alimenter et distribuer le gaz combustible HP à 26bars et le gaz combustible BP à 6 bars aux utilisateurs.

Unité 18 : Système de l’Huile Chaude

Unité de chauffage de l’huile stockée (Unité 08) et de distribution de l’huile chaude vers les utilisateurs.

Unité 17 : Fractionnement

Cette Unité est divisée suivant les sections suivantes :

- Déméthanisation et Compression du Gaz Résiduel
- Dé-éthanisation
- Dé-propanisation
- Dé-butanisation

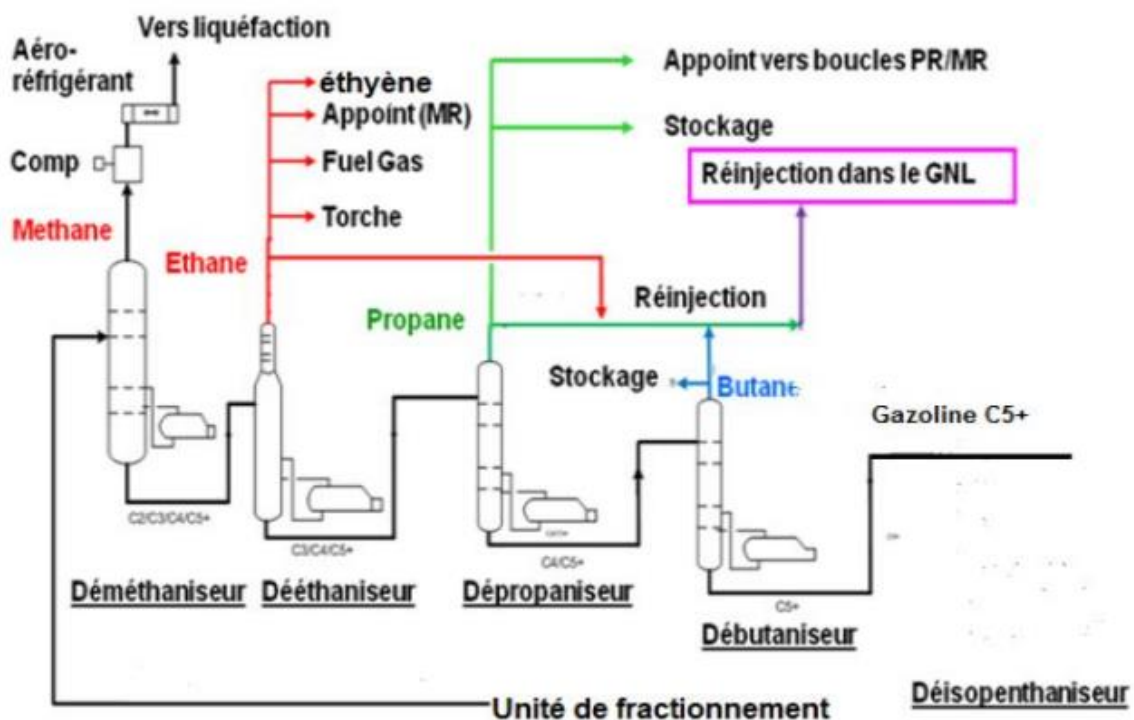


Figure I.5 : l'unité de fractionnement

Unité 16 : Réfrigération

Cette Unité est divisée en deux sections :

- Circuit de Propane.
- Circuit du Réfrigérant Mixte.

Unité 15 : Liquéfaction

Cette unité se compose de :

- Section de Liquéfaction de Gaz Naturel ;
- Section de Récupération de l'Hélium ;
- Section de Rejet de l'Azote ;
- Système de Gaz « End Flash ».

Unité 19 : Système de Refroidissement

L'élimination de la chaleur de la machinerie est obtenue en utilisant de l'eau de refroidissement tempérée. Cette unité comprend deux grandes pompes distribuant l'eau de refroidissement amenée de l'Unité 59.

I.3.3 Off-sites

Unité 64 : Traitement des Eaux Usées et des Effluents

Le Système de Traitement des Eaux Usées et des Effluents est conçu pour traiter les eaux usées provenant des autres unités, utilités et production, mais aussi ceux provenant des infrastructures.

Unité 71 : Stockages et Chargement du GNL

Le Système de Stockage et de Chargement du GNL est conçu pour stocker le produit fini et les installations adéquates pour assurer les chargements des navires (Méthaniers) dans les meilleures conditions de sécurité et les meilleurs délais.

Unité 72 : Chargement et Stockage des Produits GPL

L'installation de stockage et de chargement des GPL fournit assure le stockage et l'exportation des produits finis (Propane C3 et Butane C4).

Unité 73 : Stockage du Réfrigérant (Ethane)

Le Système de stockage du « Réfrigérant » est conçu pour assurer le fonctionnement du train de GNL, l'Ethane étant utilisé dans le mélange « Réfrigérant Mixte MR », utile dans le processus de l'liquéfaction du gaz naturel.

Unité 75 : Système de Torches

Le Système de Torches est conçu et dimensionné pour faire face à toute élimination des produits non utiles au processus, cette élimination se fait en brûlant les dits produits vers atmosphérique.

Cette unité comprend deux (02) torches HP montées sur une même structure (l'une pour les gaz chauds et l'autre pour les gaz froids) d'une hauteur de 130m, une (01) torche BP indépendante des deux précédentes pour les vapeurs de gaz lourds et une fosse permettant de brûler les liquides ne pouvant être éliminé vers les torchères.

Unité 76 : Système de Stockage de la Gazoline

Cette unité comprend une sphère de stockage de la gazoline produite.

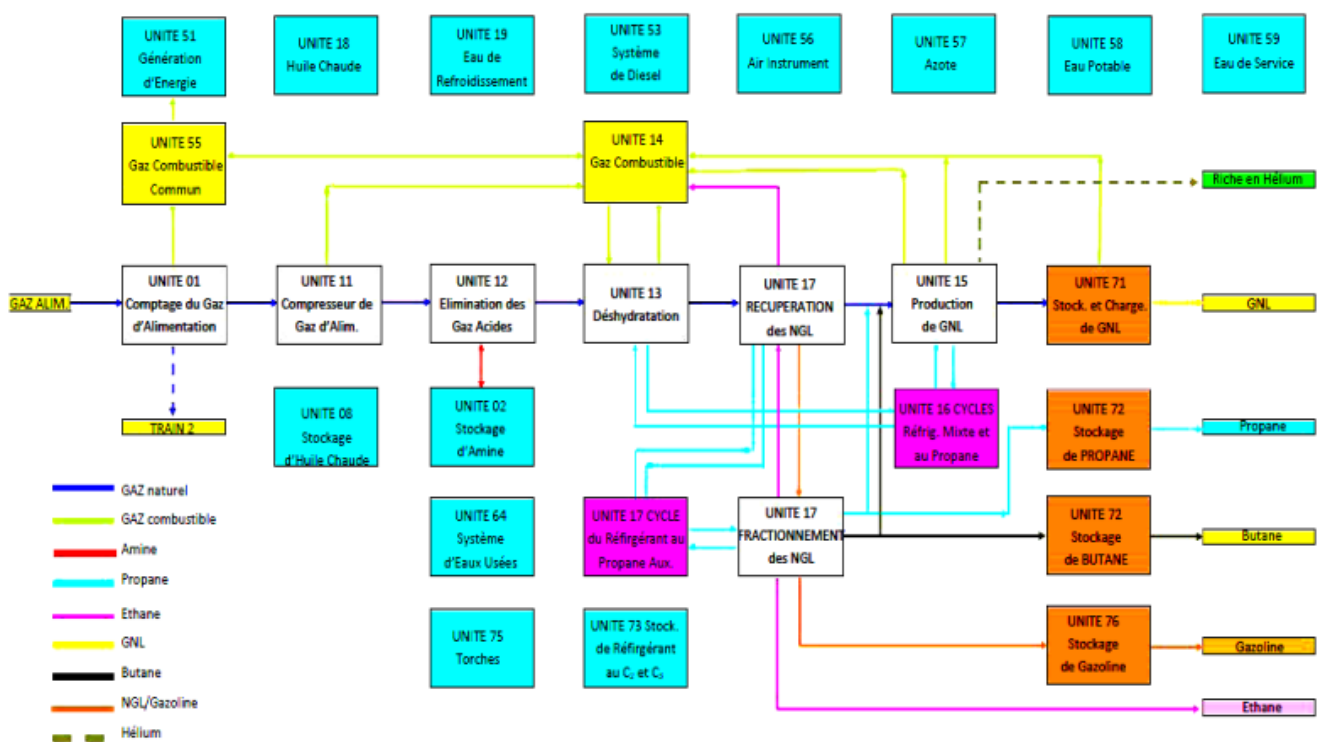


Figure I.6 : le schéma fonctionnel du complexe GL3Z

**Chapitre II : Généralités sur les Gaz à Effet de Serre
(GES) et leurs sources d'émission au niveau du
complexe GL3Z**

Introduction

Les gaz à effet de serre (GES) constituent un ensemble de gaz présents naturellement dans l'atmosphère, jouant un rôle crucial dans le maintien de la température de la Terre. Ils agissent comme une couverture, piégeant la chaleur émise par la surface terrestre et empêchant ainsi une perte excessive de chaleur vers l'espace. Sans les GES, la planète serait beaucoup plus froide et peu propice à la vie telle que nous la connaissons aujourd'hui.

Cependant, l'activité humaine a considérablement augmenté les concentrations de certains de ces gaz, principalement le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), et le protoxyde d'azote (N_2O). Ces augmentations sont principalement dues à la combustion de combustibles fossiles, à l'agriculture intensive, à la déforestation et à d'autres pratiques industrielles et économiques.

Cette augmentation des concentrations de GES dans l'atmosphère a des répercussions importantes sur le climat global. En effet, les quantités supplémentaires de GES accroissent l'effet de serre, entraînant un réchauffement climatique à l'échelle mondiale. Les conséquences de ce réchauffement incluent des changements dans les modèles météorologiques, des événements climatiques extrêmes plus fréquents et intenses, des impacts sur les écosystèmes terrestres et marins, ainsi que des défis accrus pour la sécurité alimentaire et la gestion des ressources en eau.

Face à ces défis, la gestion et la réduction des émissions de GES sont devenues des priorités mondiales. Les accords internationaux comme l'Accord de Paris sur le climat visent à limiter le réchauffement climatique en réduisant les émissions de GES et en renforçant l'adaptation aux impacts inévitables du changement climatique.

En conclusion, les gaz à effet de serre représentent à la fois un élément essentiel pour maintenir les conditions climatiques favorables à la vie sur Terre, mais aussi un défi majeur pour l'humanité, nécessitant des actions concertées pour atténuer leurs effets et assurer un avenir durable pour les générations futures.

II.1 Généralités sur les gaz à effet de serre (GES)

II.1.1 Définitions des gaz à effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel par lequel une partie de l'énergie solaire qui est émise par la terre est absorbée et retenue sous forme de chaleur dans la basse atmosphère. L'effet de serre est causé par des gaz contenus dans l'atmosphère, principalement la vapeur d'eau. D'autres gaz jouent un rôle dans l'effet de serre : le dioxyde de carbone, le méthane, les oxydes d'azote, l'ozone et les hydrocarbures. Voici les principaux types d'effets de serre :

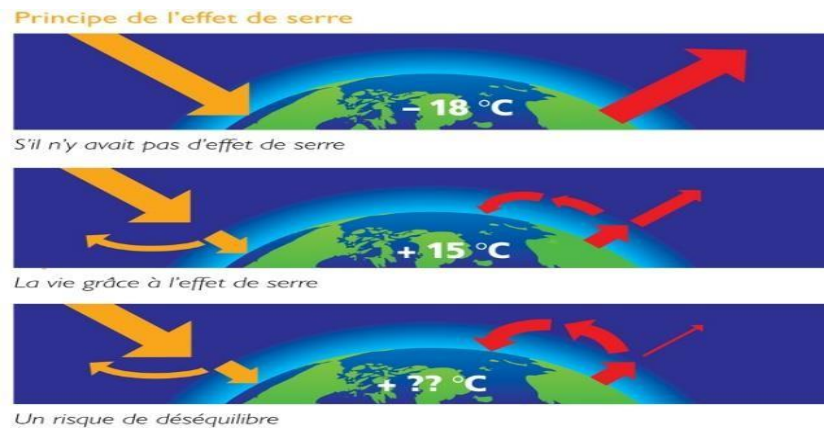


Figure II.1: l'impact des gaz à effet de serre

- **Effet de serre naturel** : c'est le processus par lequel certains gaz atmosphériques, tels que la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone CO_2 , le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (N_2O), absorbent et réémettent une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, ce qui contribue à réchauffer l'atmosphère.
- **Effet de serre renforcé** : il s'agit de l'augmentation de l'effet de serre naturel due à l'activité humaine, en particulier les émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion de combustibles fossiles, de l'agriculture intensive et de la déforestation. Cette augmentation contribue au réchauffement climatique et aux changements climatiques observés à l'échelle mondiale.

II.1.2 Les principaux gaz à effet de serre (GES)

Les principaux GES comprennent le dioxyde de carbone CO_2 , le méthane CH_4 , le protoxyde d'azote N_2O et les gaz fluorés :

Chapitre II : Généralités sur les gaz à effet de serre et leurs sources d'émission au niveau du complexe

- Le CO_2 qui est généré par la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole et ses dérivés, gaz naturel) par certains procédés industriels, la déforestation. Les secteurs émetteurs sont les transports, le bâtiment et la consommation des ménages, la production d'énergie et l'industrie.
- Le méthane CH_4 émis par l'élevage des bovins, les déjections animales et les cultures agricoles (riz), ainsi que par la mise en décharges des déchets organiques. Son pouvoir sur l'effet de serre est de **21 fois** celui du CO_2 .
- Le protoxyde d'azote N_2O est le résultat de pratiques agricoles intensives (engrais, déjections) et peut être émis à l'occasion de procédés industriels, principalement dans les industries chimiques qui fabriquent les engrais. Son pouvoir sur l'effet de serre est de **310 fois** celui du CO_2 .
- Les gaz fluorés (HFC, PFC et SF6) sont utilisés dans la réfrigération et l'air conditionné, dans les mousses isolantes, dans les aérosols, dans l'industrie des semi-conducteurs et les appareils de transport d'électricité. Leur pouvoir de réchauffement va de **1300 fois** à **23 000 fois** celui du CO_2 .

II.1.3 L'impact des gaz à effet de serre

L'effet de serre additionnel dû à l'augmentation des concentrations de ces gaz à effet de serre dans l'atmosphère a impact multiple sur la planète. On peut citer les inondations, les incendies, les vagues de chaleur, les températures extrêmes et les sécheresses. Les GES n'assurent plus leur fonction de régulateur du climat. Une augmentation de la température moyenne de plus de 1,5°C entraînerait des dérèglements climatiques et des phénomènes météorologiques extrêmes, de plus en plus fréquents, violents et intenses.

L'effet de serre additionnel est également la cause de l'acidification des océans et de la fonte des glaces et du permafrost (ou pergélisol), lequel relâche de grandes quantités de CO_2 et de CH_4 . Ceci a un effet néfaste sur l'environnement, sur la biodiversité et sur les humains.

II.1.4 Les catégories d'émissions des gaz à effet de serre

Les principales catégories d'émissions sont :

- **Emissions imputables à la combustion**

Elles englobent toutes les émissions de GES générées par l'oxydation intentionnelle de matières dans un appareil conçu pour fournir de la chaleur ou un travail mécanique à un procédé, ou destiné à un usage en dehors de l'appareil.

- **Emissions fugitives ou occasionnelles**

Elles englobent toutes les émissions de gaz à effet de serre imputables aux systèmes pétroliers et gaziers, mis à part celles issues de la combustion de combustibles pour la production de chaleur utile ou d'énergie utile par des sources stationnaires ou mobiles. Les émissions dues au torchage et mises à l'évent font partie de cette catégorie.

- **Echappements sans combustion :**

Englobent ce qui reste des deux catégories citées ci-dessus.

II.1.5 Les sources d'émission des GES au niveau du complexe

Les sources d'émission des gaz à effet de serre au niveau du complexe GL3Z sont répertoriées dans le tableau II.1

Emissions imputables à la combustion		
Stationnaire		
Four	Turbine	
	GTG	GTC
Four 18-MB01	GTG A GTG B GTG C GTG D	compresseur de gaz d'alimentation compresseur de Gaz Résiduel compresseur de Propane Auxiliaire compresseur de réfrigérant mixte compresseur de propane principal
Mobile		
Emissions occasionnelles (fugitives)		
GT	Gaz Event	Fuites Fugitives
GT routinier GT sécurité GT non routinier	Décarbonatation	Vannes, Brides, raccords, événements, garnitures soupapes, disques de ruptures...
Source indirecte		
Importation Eau/ Azote		

Tableau II.1 : les sources d'émission des GES au niveau du complexe.

II.1.6 Méthodologie de quantification des GES émis

La méthodologie de quantification doit être suffisamment fiable. Ceci permettra de réduire raisonnablement l'incertitude et donnera lieu à des résultats exacts, cohérents et reproductibles.

La méthodologie de quantification la plus souvent utilisée est celle basée sur les facteurs d'émission (*FE*) qu'on développera dans la partie calcul.

Collecte des données

Les données nécessaires pour les calculs des GES ont été obtenues au niveau des différents départements du complexe GL3Z, notamment le département Technique via le service Etudes pour **l'année 2023**. Les principales données concernant les combustibles utilisés sont :

- Consommation annuelle des combustibles par équipement (volume annuel),
- Pouvoir calorifique supérieur moyen annuel des combustibles (mélange gazeux).

Choix des facteurs d'émissions (*FE*) :

Les facteurs d'émission doivent être régulièrement actualisés avec le rythme des nouvelles technologies, avec les pratiques et les normes et d'autres éventuels facteurs pertinents.

Les facteurs d'émission mentionnés dans le référentiel pour les deux catégories d'émissions suivantes sont :

- **Emissions imputables à la combustion**

Les facteurs d'émission pour cette catégorie varient d'un gaz à l'autre. Pour le CO_2 , son facteur d'émission dépend principalement de la teneur en carbone du combustible et les conditions de combustion. Par contre le carbone retenu dans les scories et les cendres est relativement peu important.

Pour le CH_4 et le N_2O , leurs facteurs d'émission dépendent de la technologie de combustion et des conditions de fonctionnement et varient de manière importante, à la fois entre les installations individuelles de combustion et dans le temps.

- **Emissions occasionnelles (fugitives)**

Les facteurs d'émission pour cette catégorie dépendront de la taille de l'industrie. Plus la contribution de ses émissions fugitives est importante plus les facteurs d'émission sont élevés.

Chapitre II : Généralités sur les gaz à effet de serre et leurs sources d'émission au niveau du complexe
Emissions totales des GES en équivalent CO_2

Par convention, la quantité calculée de chaque gaz rejeté, est convertie en équivalent CO_2 en utilisant un paramètre appelé Pouvoir de Réchauffement Global (PRG). La méthode est détaillée dans la partie calcul. Le tableau II .2 regroupe les valeurs des *PRG* des trois gaz

<i>Désignation</i>	<i>Formule chimique</i>	<i>PRG à 100 ans</i>
<i>Dioxyde de carbone</i>	CO_2	1
<i>Méthane</i>	CH_4	25
<i>Protoxyde d'azote</i>	N_2O	298

Tableau II.2 : Les valeurs des PRG des trois gaz

Chapitre III : Relevés et calculs

Introduction

L'inventaire des GES sera basé sur les dispositions du référentiel (Inventaire des GES de SONATRACH). Celui-ci a été établi sur la base des Lignes Directrices du GIEC 2006.

Le niveau de l'inventaire choisis est le niveau 1 et les gaz quantifiés sont : le CO_2 , le CH_4 et le N_2O , selon les données qui ont été mises à notre disposition.

Les équipements stationnaires émetteurs de GES sont : le four, les turbines. L'incinérateur étant à l'arrêt, il ne peut être inclus dans le présent inventaire.

III.1 Identification des sources de gaz à effet de serre

Ils existent différents sources d'émissions des gaz à effet de serre (GES) au niveau du complexe GL3Z :

- Emissions directes des sources fixes ;
- Emissions directes des sources mobiles de combustion ;
- Emissions directes fugitives.

Le présent inventaire consiste à quantifier les gaz à effet de serre(GES) issus de la combustion stationnaire qui génère le plus de gaz à effet de serre dans l'industrie pétrolière, et des émission fugitives.

III.1.1 Identification des équipements utilisant la combustion stationnaire

Les équipements qui dégagent des produits de combustion (GES) sont :

- Four 18-MB01 : Le four du GL3Z sert à chauffer l'huile pour qu'il augmente au niveau des sections du Méga-train la température du gaz. Le combustible utilisé dans le four peut être un mélange gazeux dont le pourcentage du méthane ou de l'éthane est élevé.
- Turbines : Les différentes turbines du GL3Z utilisent le gaz combustible riche en méthane provenant du circuit fioul gaz. Durant les opérations de démarrage, les turbines utilisent le gaz d'alimentation provenant directement des installations d'entrée du complexe. Deux types de turbine sont installés dans le complexe :
 1. Les turbines (GTG) pour la production d'électricité de types frame 6, de puissance unitaire égale à 42,1MW à savoir : GTG A, GTG B, GTG C, GTG D.
 2. Les turbines (GTC) pour fournir un travail mécanique qui sont au nombre de cinq :
 - Trois turbines à gaz de type frame 5, de puissance unitaire 27,5MW
11-MJ01-GT : elle entraine le compresseur de Gaz d'Alimentation.
17-MJ03-GT : elle entraine le compresseur de Gaz Résiduel.
17-MJ08-GT : elle entraine le compresseur de Propane Auxiliaire.

- Deux turbines à Multi-Gaz réfrigérant de type frame 7, de puissance unitaire 85,4MW

16-MJ01-GT : Turbine d’entraînement du compresseur de Réfrigérant Mixte.

16-MJ04-GT : Turbine d’entraînement du compresseur de Propane Principal.

Relevé des volumes de combustible en contrat $m^3 (Cm^3)$

Les relevés annuels des volumes de combustible (fuel gaz) durant l’année 2023 sont regroupés dans le tableau III.1.

Equipement		Volume de combustible (Cm^3)
Production d'électricité	GTG A	44 421 209
	GTG B	6 252 972
	GTG C	40 360 086
	GTG D	43 312 992
production du travail mécanique	Turbine 1	49 063 689
	Turbine 2	37 536 505
	Turbine 3	52 188 127
	Turbine 4	164 361 052
	Turbine 5	161 866 316
chauffage de l'huile	four	48 028 498

Tableau III.1 : Relevé annuel des volumes de combustible en contrat $m^3 (Cm^3)$

La représentation graphique de ce relevé est donnée sur la courbe III.1

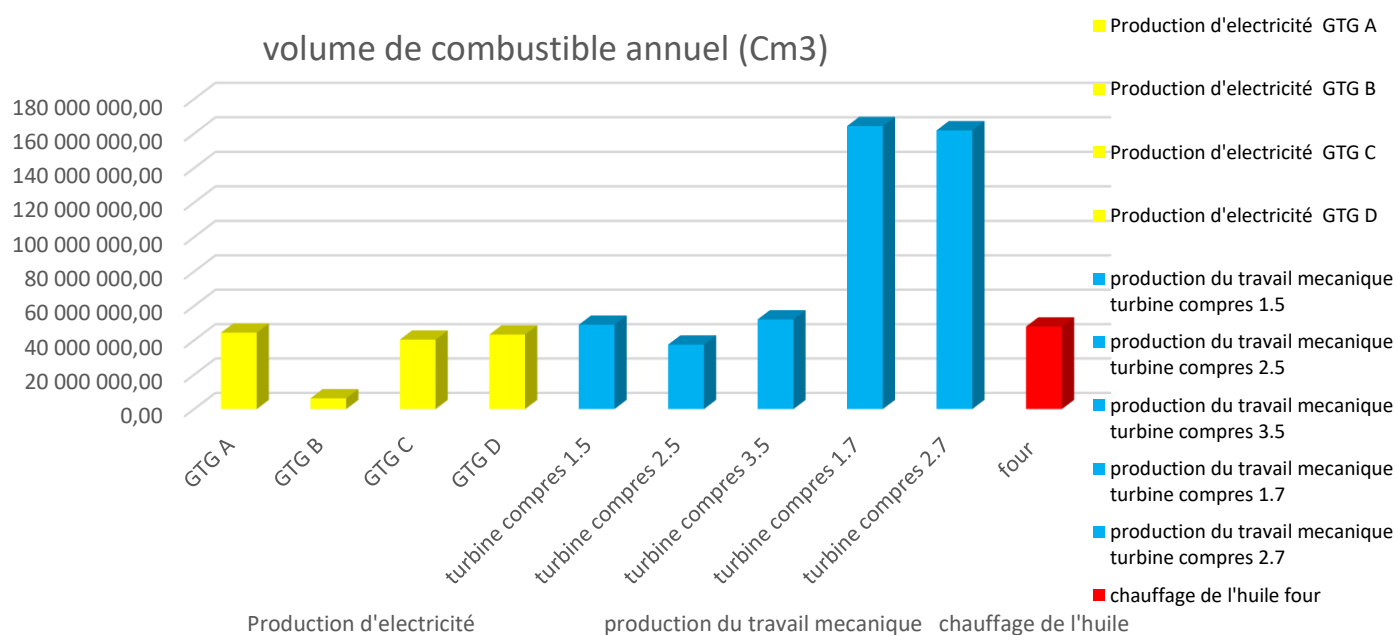


Figure III.1 : courbe presente le volume annuel de combustible brulé

L'histogramme ci-dessus représente le volume annuel de combustible brûlé, on remarque que la production du travail mécanique consomme le plus de combustible avec un taux de 71.8%.

III.1.2 Identification des sources d'émission occasionnelles (fugitives)

L'émission fugitive comprend trois sources de GES :

- Gaz torchée : Ce sont les vapeurs de gaz non liquéfiées qui sont brûlées dans les torches.
- Gaz évent et fuites : Ce sont des gaz rejetés vers l'atmosphère par des systèmes de ventilations

Relevé des volumes de combustible au niveau des torches

Les relevés mensuels des volumes de combustible brûlé au niveau des torches durant l'année 2023 sont regroupés dans le tableau III.2.

	<i>Volume de gaz brûlé (m³)</i>
Janvier	10371944
Février	974575
Mars	4313761
Avril	16471272
Mai	39907798
Juin	36068598
Juillet	7223623
Aout	7105297
Septembre	5637153
Octobre	11068743
Novembre	26658942
Décembre	3920418

Tableau III.2 : relevé mensuel des volumes de gaz brûlé au niveau des torches

Relevé de quantité de GES ventilés (évent et fuites)

Les relevés mensuels des volumes de GES ventilés durant l'année 2023 sont regroupés dans le tableau III.3.

	$E_{CO_2} (t. mois^{-1})$	$E_{CH_4} (t. mois^{-1})$
Janvier	17 830	51
Février	10 501	30
Mars	13 176	37
Avril	14 014	40
Mai	8 917	25
Juin	10 156	29
Juillet	14 473	41
Aout	15 849	45
Septembre	19 557	56
Octobre	20 277	58
Novembre	19 640	56
Décembre	15 588	44

Tableau III.3 : relevé mensuel des volumes de GES ventilés

III.2 Calcul des quantités de gaz à effet de serre rejetés

III.2.1 Calcul des quantités de gaz à effet de serre rejetés par les sources fixes

Pour calculer la quantité de GES rejetée dans l'atmosphère, on doit d'abord déterminer la puissance dégagée par la combustion au niveau des différents équipements, qu'on multiplie par le facteur d'émission (FE).

Ce facteur d'émission qui est une caractéristique du gaz rejeté, représente la quantité de gaz à effet de serre rejeté par joule d'énergie thermique dégagée par la combustion.

Il vient :

$$E_{GES} = P \times FE \quad (III.1)$$

Avec :

E_{GES} : quantité de GES émis en tonnes par an ($t \cdot an^{-1}$)

P : puissance dégagée par la combustion en térajoule par a ($TJ \cdot an^{-1}$)

FE : facteur d'émission en tonnes par térajoule ($t \cdot TJ^{-1}$)

Calcul de la puissance de combustion

La puissance de combustion est le produit de la quantité de combustible brûlé par son pouvoir calorifique inférieur

$$P = Q \times PCI \quad (III.2)$$

Avec :

Q : volume annuel de combustible ($Cm^3 \cdot an^{-1}$)

PCI : pouvoir calorifique inférieure ($TJ \cdot Cm^{-3}$)

Calcul du pouvoir calorifique inférieur(PCI)

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) est la quantité d'énergie libérée par la combustion complète d'un combustible. Il est calculé à partir du pouvoir calorifique supérieur(PCS) duquel on retranche l'enthalpie de vaporisation de l'eau produite par la réaction qui représente généralement 10% du PCS .

$$PCI = PCS - 0.1 PCS$$

Ce qui donne :

$$PCI = PCS (1 - 0,1)$$

D'où

$$PCI = 0,9 \times PCS \quad (III.3)$$

	HP			BP		
	PCS (Th/Cm3)	PCI (Th/Cm3)	PCI (TJ/Cm3)	PCS (Th/Cm3)	PCI (Th/Cm3)	PCI (TJ/Cm3)
janvier	8,536	7,6824	3,21508E-05	15,765	14,1885	5,93789E-05
février	8,2153	7,39377	3,09429E-05	15,7555	14,17995	5,93431E-05
mars	8,3595	7,52355	3,14861E-05	15,3506	13,81554	5,7818E-05
avril	8,3863	7,54767	3,1587E-05	15,766	14,1894	5,93826E-05
mai	8,6459	7,78131	3,25648E-05	15,125	13,6125	5,69683E-05
juin	9,0535	8,14815	3,41E-05	11,09	9,981	4,17705E-05
juillet	8,5275	7,67475	3,21188E-05	15,127	13,6143	5,69758E-05
août	8,4389	7,59501	3,17851E-05	15,7633	14,18697	5,93725E-05
septembre	8,8042	7,92378	3,3161E-05	15,767	14,1903	5,93864E-05
octobre	8,8781	7,99029	3,34394E-05	15,765	14,1885	5,93789E-05
novembre	8,8259	7,94331	3,32428E-05	15,747	14,1723	5,93111E-05
décembre	8,7718	7,89462	3,3039E-05	15,746	14,1714	5,93073E-05

Tableau III.4: Calcul des pouvoirs calorifiques inférieurs de combustible(TJ/Cm^3)

La combinaison des équations (III.2) et (III.3) donne :

$$P = Q \times 0,9 \times PCS \quad (III.4)$$

Equipement		P (TJ · an ⁻¹)
Production d'électricité	GTG A	1 467
	GTG B	1 424
	GTG C	19
	GTG D	1 557
production du travail mécanique	Turbine 1	1 721
	Turbine 2	1 353
	Turbine 3	1 862
	Turbine 4	6 301
	Turbine 5	5 892
chauffage de l'huile	four	2 946

Tableau III.5: calcul de la puissance annuelle par équipement

Une fois la puissance de combustion déterminée, on calcul la quantité de GES rejeté en tenant compte de la valeur du facteur d'émission (*FE*) de chaque gaz donné sur le tableau III.6

	Facteur d'émission lorsque le gaz de combustion est CH_4	Facteur d'émission lorsque le gaz de combustion est C_2H_8
<i>FE CO₂</i>	56100	61600
<i>FE CH₄</i>	1	1
<i>FE N₂O</i>	0.1	0.1

Tableau III.6: Facteur d'émission selon chaque gaz de combustion

les résultats de calcul de quantification des GES rejeté sont regroupés dans le tableau III.7

Equipement		$E_{CO_2} (t. an^{-1})$	$E_{CH_4} (t. an^{-1})$	$E_{N_2O} (t. an^{-1})$
Production d'électricité	GTG A	84 915	1.51	0.15
	GTG B	11 156	0.20	0.02
	GTG C	75 735	1.35	0.14
	GTG D	79 778	1.42	0.14
production du travail mécanique	Turbine 1	92 510	1.65	0.16
	Turbine 2	71 499	1.27	0.13
	Turbine 3	98 748	1.76	0.18
	Turbine 4	312 591	5.57	0.56
	Turbine 5	308 824	5.50	2.40
chauffage de l'huile	four	178 819	2.90	2.40

Tableau III.7: quantité de GES rejeté par la combustion stationnaire

La représentation graphique de ce relevé est donnée par les courbes III.2/ III.3/ III.4

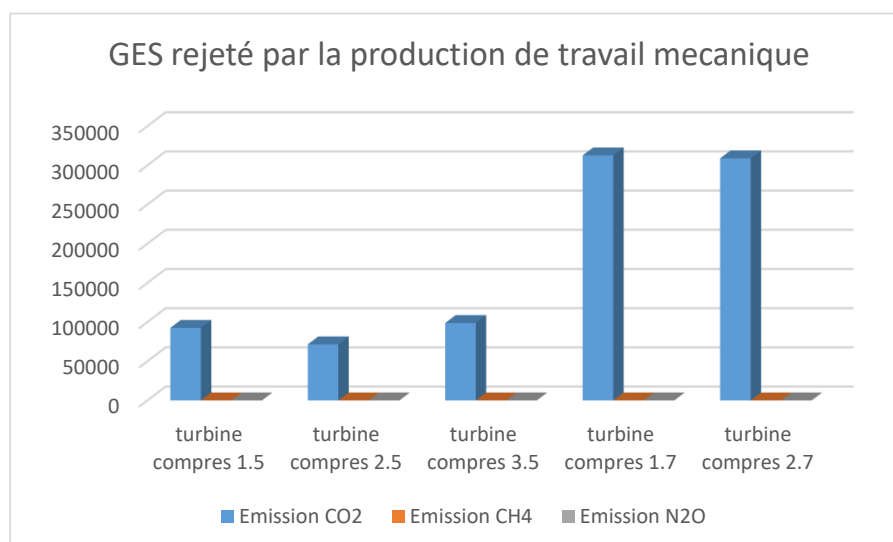


Figure III.2

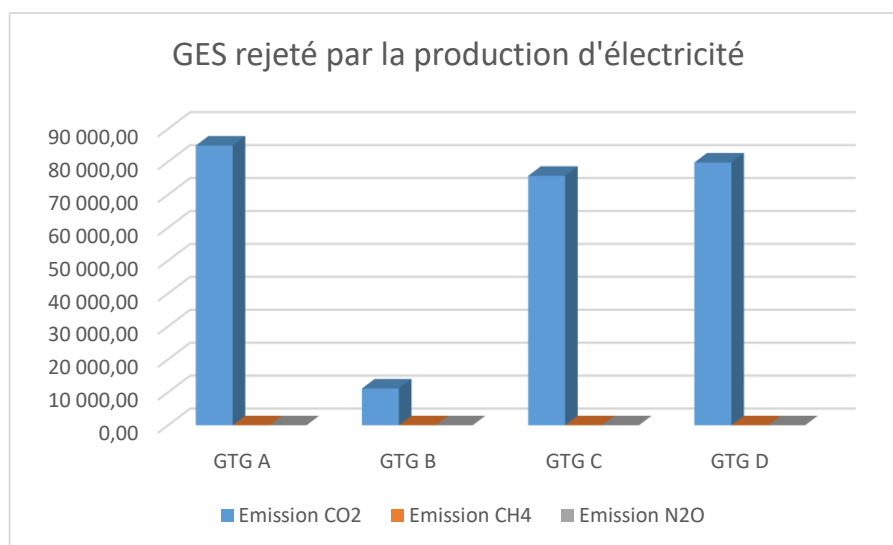


Figure III.3

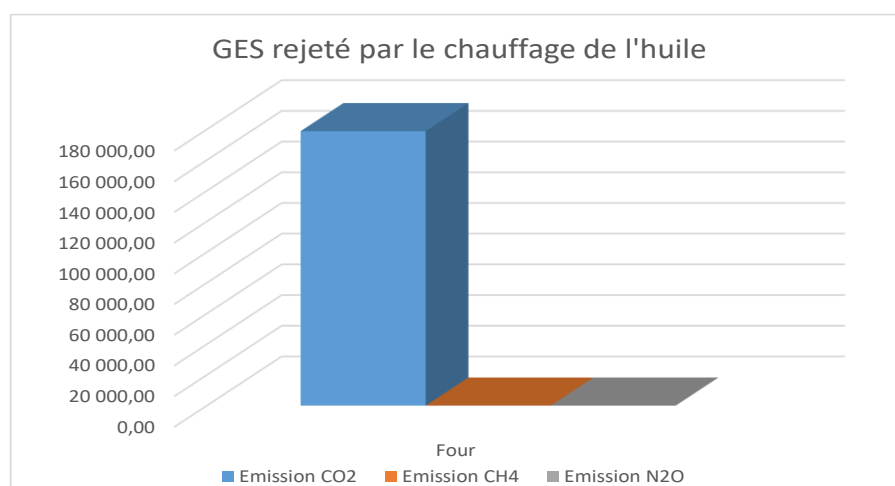


Figure III.4

III.2.2 Calcul des quantités de gaz à effet de serre (GES) rejeté par les torches

La quantité de GES rejeté par les torches est calculée par le produit :

$$E_{GES} = Q \times FES \quad (III.5)$$

Avec

Q : volume annuel de combustible brûlé ($m^3 \cdot an^{-1}$)

FES : facteur d'émission spécifique ($t/10^6 m^3$)

Ce facteur d'émission spécifique, représente la quantité de gaz à effet de serre rejeté lorsqu'on brûle $10^6 m^3$ de combustible.

	$E_{CO_2} (t. mois^{-1})$	$E_{CH_4} (t. mois^{-1})$	$E_{N_2O} (t. mois^{-1})$
Janvier	20 743 888 203	124 463 329	238 555
Février	1 949 150 095	11 694 901	22 415
Mars	8 627 521 883	51 765 131	99 217
Avril	32 942 543 359	197 655 260	378 839
Mai	79 815 596 926	478 893 582	917 879
Juin	72 137 195 085	432 823 171	829 578
Juillet	14 447 246 958	86 683 482	166 143
Aout	14 210 594 294	85 263 566	163 422
Septembre	11 274 306 880	67 645 841	129 655
Octobre	22 137 485 692	132 824 914	254 581
Novembre	53 317 883 365	319 907 300	613 156
Décembre	7 840 835 113	47 045 011	90 170

Tableau III.8 : quantité de GES rejeté par les torches

La représentation graphique de ce relevé est donnée par le courbe III.5

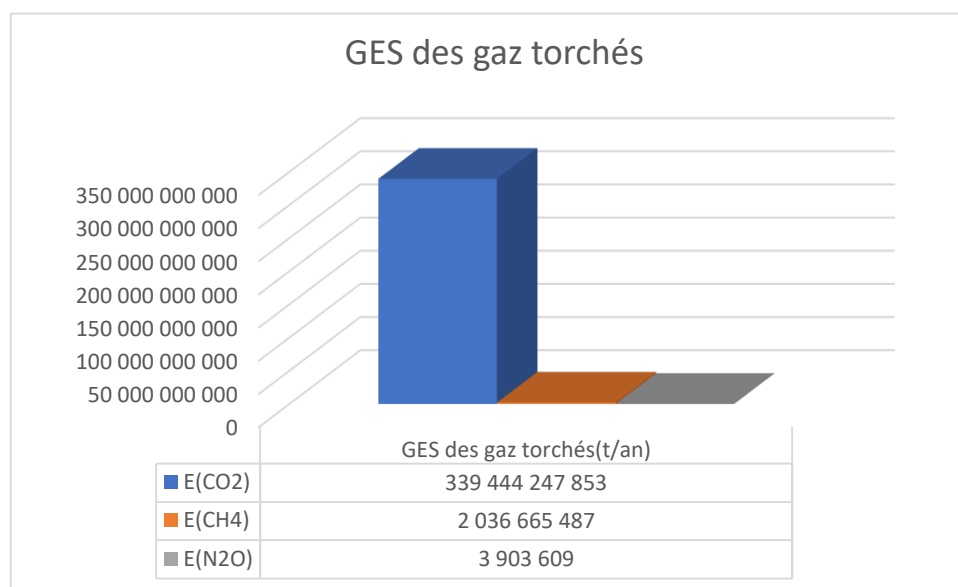


Figure III.5

III.2.4 Calcul de quantification de chaque gaz rejeté en équivalent CO_2

La quantité de chaque type de gaz rejeté peut être convertie en équivalent CO_2 (empreinte carbone) en utilisant son paramètre de réchauffement global(PRG_i), par la relation suivante :

$$E_{\text{éqv.}CO_2} = E_{GESi} \times PRG_i \quad (III.6)$$

Les émissions totales des GES en équivalent CO₂ pour l'ensemble des gaz rejeté est déduit par :

$$E_{T \text{ éqv.CO}_2} = \sum_i E_{GES_i} \times PRG_i \quad (III.7)$$

Les résultats des calculs pour les différentes unités sont regroupés dans le tableau III.9

	Equipement	Emission de GES (eq-CO ₂)	
combustion stationnaire	Production d'électricité	GTGA	84 997
		GTGB	11 166
		GTGC	75 809
		GTGD	79 856
	production du travail mécanique	turbine compres 1.5	92 600
		turbine compres 2.5	71 569
		turbine compres 3.5	98 844
		turbine compres 1.7	312 896
		turbine compres 2.7	309 138
	chauffage de l'huile	Four	179 608
Total		1 316 485	
Emission occasionnel	Gaz torchés		391 524
	gaz évent		192 759
	Total		584 283
<i>E_{CO₂}(t eq - CO₂/an) total du complexe</i>		1 900 768	

Tableau III .9 : les émissions totales des GES en équivalent CO₂

La représentation graphique de ce relevé est donnée par la courbe III.6

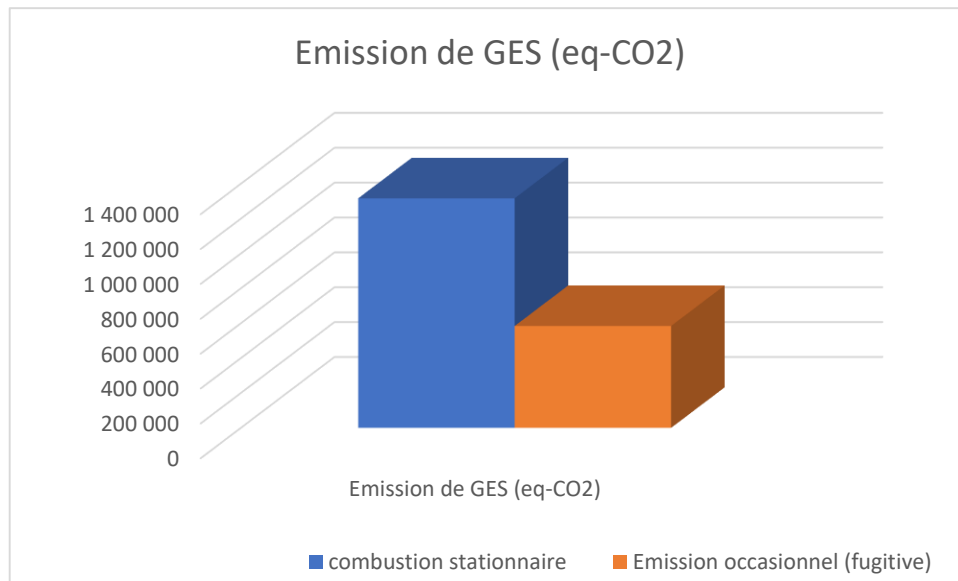


Figure III.6

Les quantités de GES émises par la combustion stationnaire et les émissions fugitives exprimés en équivalent CO₂ durant l'année 2023, sont respectivement égale à :

- **1 316 485 tonne équivalent CO₂**
- **584 283 tonne équivalent CO₂**

La lecture de la courbe fait apparaître un taux de 20.6% des émissions fugitives (soit 584 283(*teq – CO₂/an*)) par rapport au totale des émissions de GES (soit 1 900 768(*t eq – CO₂/an*)) dû au torchage excessive et l'indisponibilité de l'incinérateur

Conclusion générale

Les calculs que nous avons menés dans ce travail nous ont permis d'obtenir un certain nombre de résultats.

Les volumes de combustible consommés et la puissance dégagée par la combustion est beaucoup plus importante au niveau de la production du travail mécanique avec des pourcentages respectives de 71.9% et 69.7%.

Les émissions des GES rejeté spécifiquement E_{CO_2} au niveau de la production mécanique est beaucoup plus élevé avec un pourcentage de 77.8%

L'empreinte carbone engendrée par les sources fugitives représente plus de 20% de l'empreinte carbone totale.

Si on veut réduire l'empreinte carbone du complexe GL3Z, il est primordial de commencer par poser une stratégie qui permettra de réduire graduellement les émissions causées par ces sources fugitives.