



*Faculty of Sciences and Technology*  
*Department of Process Engineering*  
Ref :...../U.M/F.S.T/2026

كلية العلوم والتكنولوجيا  
قسم هندسة الطرائق  
رقم :..... / ج.م.ك.ع.ت//2026

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière : GÉNIE DES PROCÉDÉS**

**Option : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

### THÈME

**Analyse et étude des gaz à effet de serre générés  
par la combustion stationnaire au niveau du  
Complexe GL3/Z**

Présenté par :

1-DJEMIL PACHA IKRAM

2-ELMEROUL CHAIMAE

Soutenu le 04/06/2026 devant le jury composé de :

<b>Président :</b>	MEKIBES Zohra	MCB	Université de Mostaganem
<b>Examinatrice :</b>	DOUARA Nadia	MCA	Université de Mostaganem
<b>Rapporteur :</b>	MAHREZ Nouria	MCA	Université de Mostaganem
<b>Co- rapporteur :</b>	BELHOUARI Houria	MAA	Université de Mostaganem

## ***REMERCIEMENTS***

---

Avant tout, nous rendons grâce à Allah, le Tout-Puissant, de nous avoir accordé la santé et la force nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Madame MAHREZ Nouria pour avoir accepté de diriger ce mémoire. Nous la remercions sincèrement pour ses précieux conseils, ses remarques pertinentes et son accompagnement constant, qui nous ont permis de progresser et de structurer nos idées avec rigueur et clarté.

Nous adressons également nos sincères remerciements à notre co-encadrante, Madame BELHOUARI Houria, pour son encadrement bienveillant, sa patience, ses orientations judicieuses et la confiance qu'elle nous a témoignée tout au long de ce travail.

Nous exprimons également notre sincère gratitude à l'ensemble du personnel du complexe GL3/Z, pour leur accueil chaleureux, leur collaboration et leur soutien, en particulier au sein du département des études, où ce projet a été réalisé dans des conditions favorables.

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement à l'équipe du projet GES de l'activité SONATRACH LQS, pour leur accompagnement constant, leur professionnalisme et leur contribution significative durant toute la période de notre stage.

Nous avons eu l'honneur d'apprendre que Madame MEKIBES Zohra présidera le jury de soutenance. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous remercions vivement Madame DOUARA Nadia pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Enfin, nous adressons nos remerciements à l'ensemble des enseignants et intervenants rencontrés durant notre parcours universitaire, pour la qualité de leur enseignement et leur engagement, qui ont largement contribué à l'enrichissement de nos connaissances et au développement de notre esprit critique.

## ***DÉDICACES***

C'est avec une profonde émotion et une grande reconnaissance que je dédie ce  
travail

À mes très chers parents,  
pour leur amour inconditionnel, leurs innombrables sacrifices et leur soutien  
indéfectible.

Les mots ne sauraient exprimer toute ma gratitude et mon profond respect à  
leur égard.

À mes sœurs,  
pour leur présence réconfortante et leurs encouragements constants tout au long  
de ce parcours.

À toute ma famille,  
pour leurs prières sincères et leur affection précieuse.

À mes amis,  
pour leur soutien moral, leur fidélité et les moments inoubliables partagés  
ensemble.

À mon binôme,  
pour sa collaboration, sa patience et son engagement tout au long de la  
réalisation de ce mémoire.

Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à  
l'aboutissement de ce travail.

***DJEMIL PACHA IKRAM***

## ***DÉDICACES***

Avec une profonde gratitude, je rends grâce à Allah de m'avoir accordé la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents,  
pour leur amour, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible.

Vous êtes ma plus grande source de motivation.

À mes frères et sœurs,  
pour leur présence et leurs encouragements constants.

À ma famille et à mes amis,  
pour leur affection, leur soutien et les précieux moments partagés.

À mon binôme,  
pour sa collaboration, son esprit d'équipe et son engagement tout au long de ce projet.

Enfin, à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Merci du fond du cœur.

***ELMARIOUL CHAIMAE***

## Résumé

Cette étude vise à analyser et à estimer les émissions de gaz à effet de serre issues des opérations de combustion fixe au sein du complexe GL3Z, en se concentrant sur les principales sources telles que les turbines et les fours. Elle s'appuie sur une approche quantitative basée sur l'utilisation des facteurs d'émission et le principe du bilan carbone pour convertir la consommation de combustible en équivalent CO<sub>2</sub>, en utilisant des données d'exploitation réelles afin de garantir la précision des résultats. Les résultats montrent que les émissions des turbines sont largement supérieures à celles des fours durant la période étudiée (d'octobre à février), avec des valeurs atteignant environ 145579 t CO<sub>2</sub> en octobre, diminuant à 36383 t en décembre, puis augmentant à environ 120199 t en janvier et 110097 t en février, soit une moyenne d'environ 103523 t CO<sub>2</sub>. En revanche, les émissions des fours restent nettement plus faibles et relativement stables, variant entre environ 8124 et 9242 t CO<sub>2</sub>, avec une moyenne proche de 8693 t CO<sub>2</sub>. Ces écarts importants montrent que les turbines constituent la principale source d'émissions du complexe, ce qui souligne l'importance d'un inventaire précis des émissions comme étape essentielle pour améliorer la performance environnementale et mettre en place des stratégies efficaces de réduction de l'empreinte carbone et de soutien à la transition énergétique en Algérie.

**Mots clés :** Gaz à effet de serre ; Combustion fixe; Facteurs d'émission;l'empreinte carbone...

## Abstract

This study aims to analyze and estimate greenhouse gas emissions resulting from stationary combustion processes within the GL3Z complex, focusing on the main sources such as turbines and furnaces. It is based on a quantitative approach using emission factors and the carbon balance principle to convert fuel consumption into CO<sub>2</sub> equivalent, relying on actual operational data to ensure accuracy. The results show that turbine emissions are significantly higher than those of furnaces during the studied period (from October to February), reaching about 145579 t CO<sub>2</sub> in October, decreasing to 36383 t in December, then rising again to approximately 120199 t in January and 110097 t in February, with an average of about 103523 t CO<sub>2</sub>. In contrast, furnace emissions remain much lower and relatively stable, ranging between about 8124 and 9242 t CO<sub>2</sub>, with an average close to 8693 t CO<sub>2</sub>. These significant differences indicate that turbines are the main source of emissions in the complex, highlighting the importance of establishing an accurate emissions inventory as a key step toward improving environmental performance and developing effective strategies to reduce the carbon footprint and support the energy transition in Algeria.

**Keywords:** Greenhouse gas emissions; stationary combustion; Emission factors; carbon footprint...

## المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل وتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن عمليات الاحتراق الثابت داخل مجمع GL3Z، مع التركيز على المصادر الرئيسية للانبعاثات والمتمثلة أساسًا في التوربينات والأفران. وتعتمد الدراسة على منهجية كمية تركز على استخدام عوامل الانبعاث ومبدأ البصمة الكربونية لتحويل استهلاك الوقود إلى مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>). بالاعتماد على بيانات تشغيل حقيقية لضمان دقة النتائج. أظهرت النتائج أن انبعاثات التوربينات تفوق بشكل كبير انبعاثات الأفران خلال الفترة المدروسة (من أكتوبر إلى فبراير)، حيث بلغت حوالي 145579 طن مكافئ CO<sub>2</sub> في شهر أكتوبر، ثم انخفضت إلى 36383 طن مكافئ CO<sub>2</sub> في ديسمبر، لترتفع مجددًا إلى حوالي 120199 طن مكافئ CO<sub>2</sub> في يناير و110097 طن مكافئ CO<sub>2</sub> في فبراير، بمتوسط يقدر بحوالي 103523 طن مكافئ CO<sub>2</sub>. أما انبعاثات الأفران فقد بقيت أقل بكثير وأكثر استقرارًا، حيث تراوحت بين 8124 و9242 طن مكافئ CO<sub>2</sub>، بمتوسط يقارب 8693 طن مكافئ CO<sub>2</sub>. وتبرز هذه الفوارق الكبيرة أن التوربينات تمثل المصدر الرئيسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري داخل المجمع، مما يؤكد أهمية إعداد جرد دقيق للانبعاثات باعتباره خطوة أساسية لتحسين الأداء البيئي ووضع استراتيجيات فعالة للحد من البصمة الكربونية ودعم مسار الانتقال الطاقوي في الجزائر.

الكلمات المفتاحية: غازات الاحتباس الحراري؛ الاحتراق الثابت؛ عوامل الانبعاث؛ البصمة الكربونية؛ ثاني أكسيد الكربون المكافئ؛ التوربينات؛ الأفران؛ مجمع GL3Z.

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

<b>ADEME</b> : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
<b>MDEA</b> : Amine Méthyle Diéthylamide Activé
<b>BP</b> : Basse pression
<b>EPIC</b> : Établissement public à caractère industriel et commercial <b>FE</b> : Facteur d'émission
<b>GES</b> : Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b> : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat
<b>GL3Z</b> : Gaz Liquéfié d'ARZEW
<b>GNL</b> : Gaz Naturel Liquéfié
<b>GP1Z</b> : Gaz pétrole liquéfié d'ARZEW
<b>GPL</b> : Gaz Pétrole Liquéfié
<b>GT</b> : Gaz torché
<b>GTG</b> : Gaz Turbine Generator
<b>GTC</b> : Gaz Turbine compressor
<b>HP</b> : Haute pression
<b>IPCC</b> : Intergouvernemental Panel on Climat Change
<b>MR</b> : Réfrigérant Mixte
<b>MW</b> : Méga watt
<b>OMM</b> : Organisation météorologique mondiale
<b>PCI</b> : Pouvoir calorifique inférieur
<b>PCS</b> : Pouvoir calorifique supérieur
<b>PNUE</b> : Programme des Nations unies pour l'environnement
<b>PRG</b> : Pouvoir de réchauffement globale
<b>COP</b> : Conférences des parties
<b>CMP</b> : Conférences des parties au Protocole de Kyoto
<b>CMA</b> : Conférences des parties à l'Accord de Paris
<b>CCNUCC</b> : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CDB</b> : La Convention Internationale sur le Diversité Biologique
<b>CDN</b> : Contributions Déterminées au Niveau National
<b>DA</b> : Donnée d'Activité
<b>FE</b> : Facteur d'émission
<b>AQ</b> : Assurance Qualité
<b>CQ</b> : Contrôle Qualité
<b>ISO</b> : Organisation internationale de normalisation
<b>PM</b> : Personne Morale
<b>CNC</b> : Comité National Climat
<b>CCNUCC</b> : La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>PRP</b> : Potentiels de réchauffement de la planète
<b>PR</b> : propane réfrigérant

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure I.1</b> : Position du site GL3/Z	5
<b>Figure I.2</b> : Plan général de GL3/Z	6
<b>Figure I.3</b> : Le schéma fonctionnel du complexe GL3/Z	9
<b>Figure I.4</b> : Schéma explicatif d'effet de serre	11
<b>Figure II.1</b> : Courbe présente la consommation du gaz naturel	16
<b>Figure II.2</b> : Courbe présente la quantité de GES rejeté par les turbines	20
<b>Figure II.3</b> : Courbe présente la quantité de GES rejeté par le four	21
<b>Figure II.4</b> : Courbe présente Les émissions totales des GES en équivalent CO <sub>2</sub>	23

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau II.1</b> : Relevé de quantité du gaz naturel en contrat m <sup>3</sup> (Cm <sup>3</sup> eq GN)	15
<b>Tableau II.2</b> : Relevé de pouvoir calorifique supérieur	16
<b>Tableau II.3</b> : Donnée d'activité du gaz naturel	17
<b>Tableau II.4</b> : Calcul de pouvoir calorifique inférieur	18
<b>Tableau II.5</b> : Facteur d'émission spécifique	19
<b>Tableau II.6</b> : Quantité de GES rejeté par les turbines	19
<b>Tableau II.7</b> : Quantité de GES rejeté par four	21
<b>Tableau II.8</b> : Les valeurs des PRG des trois gaz	22
<b>Tableau II.9</b> : Les émissions totales des GES en équivalent CO <sub>2</sub>	23

## LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe A</b> : Facteur d'émission pour les combustibles les plus Utilisés	29
<b>Annexe B</b> : Unité de récupération du CO <sub>2</sub>	32

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE</b> .....	1
<b>CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	3
I.1 Présentation générale de l'usine .....	4
I.2 Position géographique .....	4
I.3 Description du complexe GL3/Z .....	6
I.3.1 Capacité de production .....	6
I.3.2 Capacité de stockage et de chargement .....	6
I.4 Les différentes unités dans l'usine .....	7
I.5 Généralités sur les gaz à effet de serre et leurs sources d'émission au niveau du complexe GL3/Z .....	10
I.6 L'impact des gaz à effet de serre .....	12
I.7 Conclusion .....	12
<b>CHAPITRE II : PARTIE EXPÉRIMENTALE</b> .....	13
II.1 Généralité .....	14
II.2 Identification des sources de gaz à effet de serre .....	14
II.3 Calcul des quantités de gaz à effet de serre rejetés .....	17
II.3.1 Calcul de l'énergie dégagée par la combustion du gaz naturel .....	17
II.3.2 Calcul du pouvoir calorifique inférieur (PCI) .....	18
II.3.3 Calcul de la quantité de GES rejeté .....	18
II.3.4 Calcul des émissions totales des GES en équivalent CO <sub>2</sub> .....	22
II.3.5 Comparaison des émissions des turbines et des fours.....	24
II.3.6 Interprétation des résultats.....	24
II.4 Conclusion .....	25
Conclusion générale .....	26
Recommandations.....	27
Annexes.....	28
Bibliographie.....	33

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Au cours des dernières années, le changement climatique est devenu l'un des défis majeurs auxquels le monde est confronté. Les indicateurs climatiques ont clairement montré une augmentation progressive des températures à l'échelle mondiale, due essentiellement aux activités humaines, en particulier celles qui produisent des gaz à effet de serre. Les pays industrialisés ont été les principaux contributeurs à ces émissions.

Le changement climatique représente une problématique complexe qui nécessite une attention mondiale. La gravité de ce phénomène réside dans ses effets étendus, qui ne se limitent pas à une région spécifique, mais s'étendent à l'ensemble du globe. Malgré les efforts internationaux déployés à travers les accords climatiques, l'atteinte des résultats escomptés demeure difficile, notamment en raison de la demande croissante en énergie et de la poursuite des activités industrielles.

Parmi les principales solutions proposées pour faire face à ce problème figurent l'amélioration de l'utilisation de l'énergie et l'orientation vers les énergies renouvelables, ainsi que la réduction des émissions de gaz à effet de serre nocifs. De plus, le suivi et l'évaluation précise de ces émissions constituent une étape essentielle pour comprendre le problème et prendre les mesures appropriées.

Ces solutions visent à limiter l'élévation de la température moyenne de la Terre à moins de deux degrés Celsius, en tant que priorité essentielle.

Au niveau national, l'Algérie s'efforce de contribuer à la réduction de ce phénomène à travers ses engagements internationaux, notamment son adhésion à la Convention-cadre des Nations unies et à l'Accord de Paris. Ainsi, différentes institutions, dont le groupe Sonatrach, œuvrent à la mise en œuvre de mesures visant à réduire les émissions et à améliorer la performance environnementale, conformément à des normes spécifiques en matière de santé, de sécurité et d'environnement.

Dans ce cadre, le présent travail, réalisé au niveau du complexe GL3Z, vise à étudier les émissions de gaz à effet de serre issues des activités de combustion au sein de ce complexe, à travers l'établissement d'un inventaire et leur analyse sur la base des données disponibles. [1]

Ce mémoire est structuré en deux chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une étude bibliographique comprenant une présentation générale du complexe GL3Z ainsi qu'un aperçu théorique des gaz à effet de serre.
- Le second chapitre porte sur l'étude pratique, incluant la méthodologie adoptée, les résultats obtenus et leur analyse.

# **CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

# CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

## I.1 Présentation générale de l'usine

Le complexe GL3Z est une installation industrielle moderne spécialisée dans le traitement du gaz naturel et sa transformation en gaz naturel liquéfié (GNL). Sa capacité de production annuelle du train de liquéfaction est d'environ 4,7 millions de tonnes nettes de GNL. Ce processus repose sur le refroidissement du gaz à des températures très basses afin de faciliter son transport et son exportation vers les marchés internationaux. Le rôle du complexe ne se limite pas à la production de GNL, mais inclut également la séparation de composants à forte valeur ajoutée tels que l'éthane, le propane et le butane. [2]

## I.2 Position géographique

L'usine se situe le long de la côte méditerranéenne à Bethioua, à l'est d'Arzew, dans la zone du port industriel d'Arzew El-Djedid.

Il s'étend sur une superficie de 54,6 ha.

À l'est du complexe se trouve l'usine GP1/Z.

À l'ouest, l'installation de dessalement et l'usine de GL2/Z.

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.

Le complexe industriel est situé sur le littoral méditerranéen, dans la commune de Bethioua, à l'est d'Arzew, au cœur de la zone industrielle et portuaire d'Arzew El-Djedid. Grâce à sa proximité avec les installations portuaires et les infrastructures de transport des hydrocarbures, ce site occupe une position stratégique facilitant les activités d'approvisionnement, de logistique et d'exportation. Cette région constitue également un important pôle gazier et pétrochimique, regroupant plusieurs complexes industriels majeurs à l'échelle nationale.

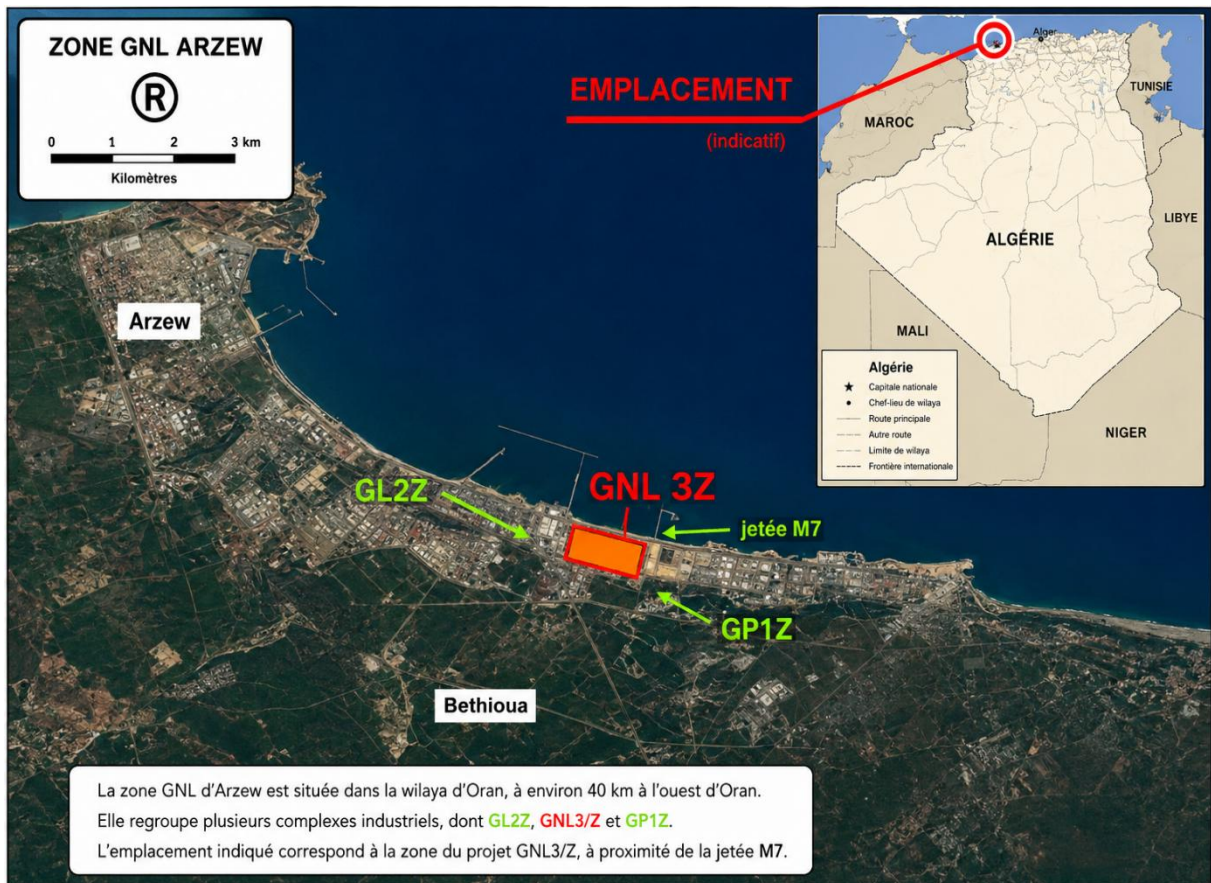


Figure I.1 : Position du site GL3/Z

### I.3 Description du complexe GL3/Z

- **Type de contrat** : EPC, de type Clé en main
- **Financement** : en fond propre de SONATRACH
- **Signature du contrat** : 26 juillet 2008

#### I.3.1 Capacité de production

- **GNL** : 4,7 millions de tonnes par an
- **Propane** : 275000 tonnes par an
- **Butane** : 58000 tonnes par an
- **Gazoline** : 47000 tonnes par an
- **Éthane** : 300000 tonnes par an

#### I.3.2 Capacité de stockage et de chargement

- **GNL** : 360000m<sup>3</sup>
- **Propane** : 58000m<sup>3</sup>
- **Butane** : 12000m<sup>3</sup>
- **Gazoline** : 1800m<sup>3</sup>
- **Quai de chargement** : Navire de 40000 à 220000m<sup>3</sup>

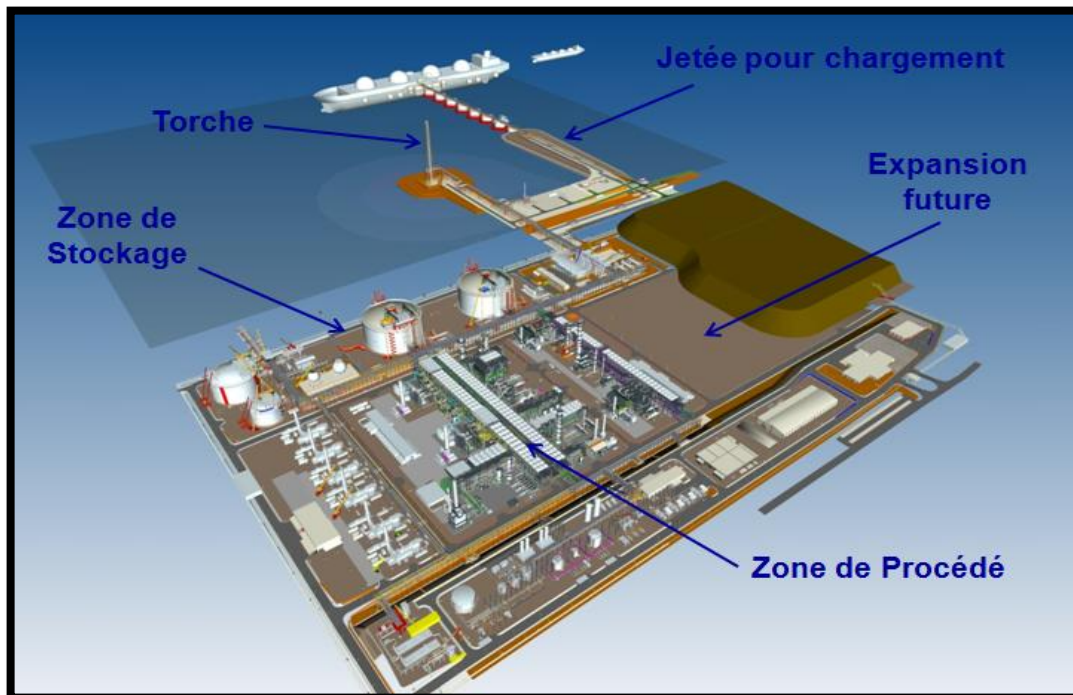


Figure I.2 : Plan général de GNL3Z

## **I.4. Les différents unités dans l'usine**

### **I.4.1 Le Train de Procédé 1 comprend les unités suivantes**

- UNITE 11 Élimination du mercure
- UNITE 12 Élimination des Gaz Acides
- UNITE 13 Déshydratation
- UNITE 14 Système de Gaz Combustible du Train 1
- UNITE 15 Liquéfaction
- UNITE 16 Réfrigération
- UNITE 17 Récupération et Fractionnement des GNL
- UNITE 18 Système d'Huile Chaude
- UNITE 19 Système d'Eau de Refroidissement

### **I.4.2 Zone des Utilités comprend les unités suivantes**

- UNITE 01 Installations d'Entrée
- UNITE 02 Stockage de l'Amine
- UNITE 08 Stockage d'Huile Chaude
- UNITE 51 Génération d'énergie
- UNITE 53 Diesel de Secours
- UNITE 55 Système de Gaz Combustible Commun
- UNITE 56 Système d'Air de Service et d'Air Instrument
- UNITE 57 Système d'Azote
- UNITE 58 Circuit d'Eau Potable
- UNITE 59 Système d'Eau de Service et d'Eau Déminéralisée
- UNITE 64 Système des Eaux Usées

#### **I.4.3 Zone des installation Off-site, du système de torchage et de la jetée comprend les unités suivantes**

UNITE 71 Stockage et de Chargement de GNL

UNITE 72 Stockage et Chargement du GPL

UNITE 73 Stockage du Réfrigérant

UNITE 75 Système de la Torche

UNITE 76 Système de Stockage de la Gazoline

#### **I.4.4 Zone de protection anti-incendie comprend les unités suivantes**

UNITE 63 Système d'Eau Anti-incendie

UNITE 77 Lutte Anti-incendie

La **figure I.3** présente un schéma synoptique simplifié du complexe de liquéfaction du gaz naturel GNL3/Z. Elle met en évidence les principales unités de traitement du gaz naturel ainsi que les différents flux de produits et de services utilitaires circulant entre les installations.

Ce diagramme de procédé (Process Flow Diagram – PFD) illustre les principales étapes du procédé, depuis le traitement et la liquéfaction du gaz naturel jusqu'à la récupération des hydrocarbures, au stockage et à l'expédition des produits finis.



## **I.5 Généralités sur les gaz à effet de serre (GES) et leurs sources d'émission aux niveaux du complexe GL3/Z**

Le changement climatique s'est imposé comme l'une des problématiques majeures à l'échelle mondiale, en raison de ses impacts croissants sur l'environnement et les sociétés humaines. Parmi les facteurs déterminants de ce phénomène figurent les gaz à effet de serre, qui jouent un rôle essentiel dans la régulation thermique de la planète. Les gaz à effet de serre se définissent comme un ensemble de gaz présents dans l'atmosphère, capables de retenir une partie de la chaleur terrestre. Ce rôle est à la fois naturel et indispensable, car il permet de maintenir une température compatible avec le développement de la vie.

Le mécanisme de l'effet de serre repose sur l'interaction entre le rayonnement solaire et la surface terrestre. En effet, une partie du rayonnement solaire est absorbée par la surface de la Terre, puis réémise sous forme de rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  et le méthane  $\text{CH}_4$ , interceptent une fraction de ce rayonnement, contribuant ainsi à la rétention de la chaleur dans l'atmosphère.

Cependant, une augmentation excessive de la concentration de ces gaz entraîne un renforcement de l'effet de serre naturel. Ce phénomène est principalement attribué aux activités humaines, notamment la combustion des énergies fossiles, la déforestation, ainsi que certaines pratiques industrielles et agricoles.

Cette intensification de l'effet de serre engendre plusieurs conséquences néfastes, telles que l'élévation des températures, l'augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, des sécheresses et des inondations, ainsi que la dégradation des écosystèmes et des ressources naturelles.

Face à ces enjeux, il devient impératif de mettre en œuvre des stratégies efficaces, incluant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le développement des énergies renouvelables, la préservation des forêts et le renforcement de la sensibilisation environnementale.

En définitive, bien que les gaz à effet de serre soient indispensables au maintien de la vie sur Terre, leur augmentation excessive constitue une menace majeure, nécessitant une mobilisation collective en vue de limiter ses effets et de préserver l'équilibre environnemental.

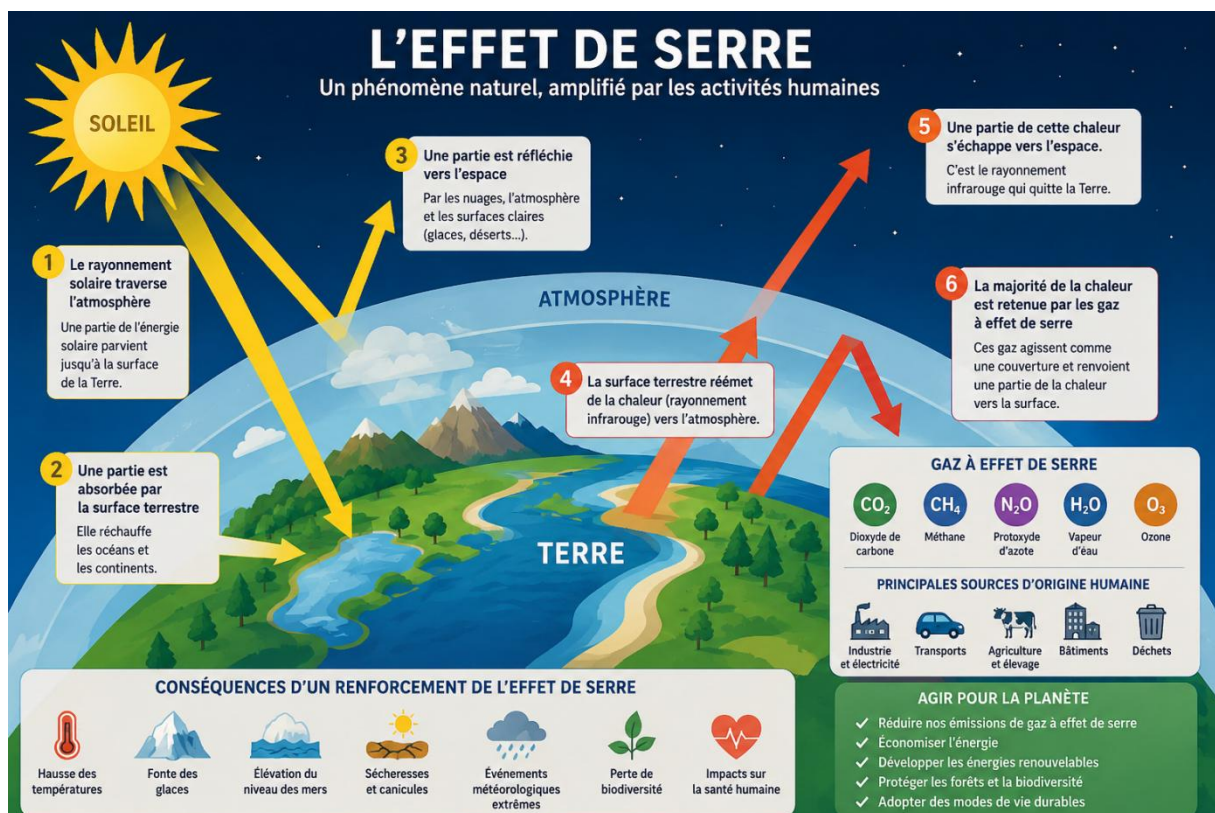
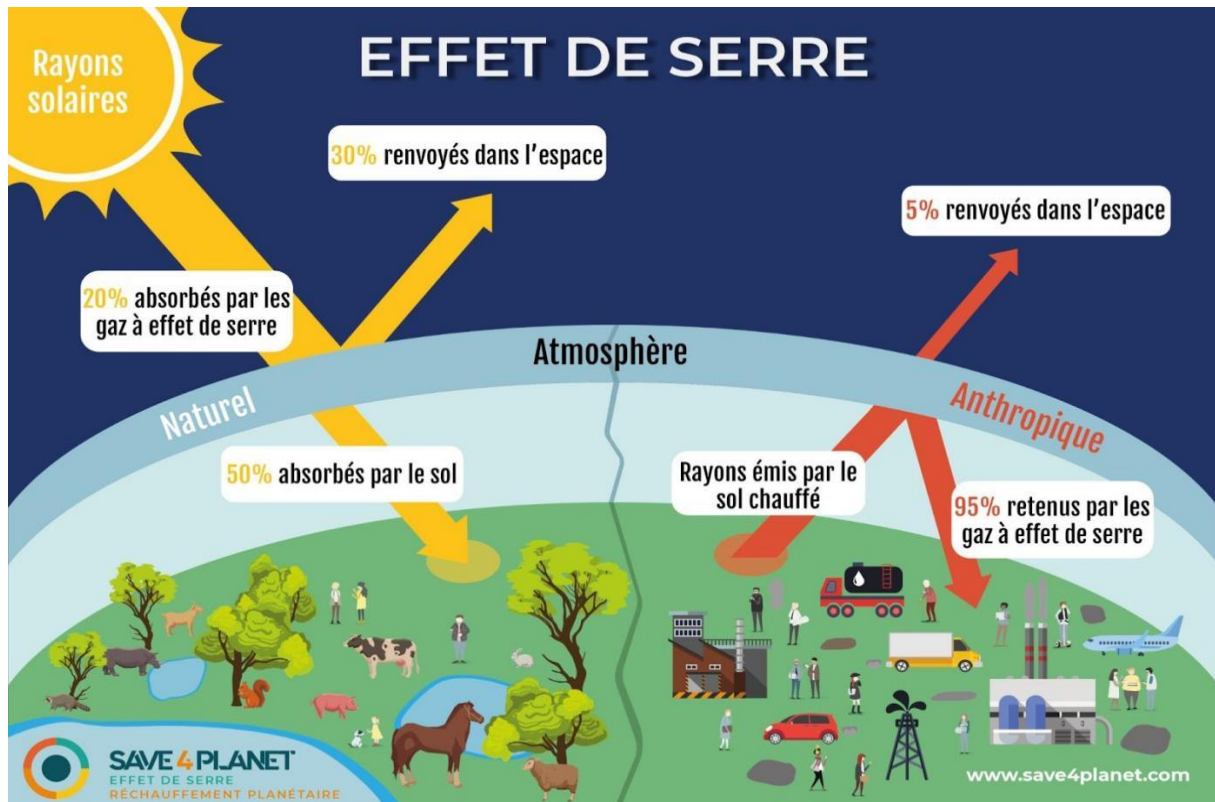


Figure I.4 : Schéma explicatif d'effet de serre

## **I.6 L'impact des Gaz à Effet de Serre**

Les gaz à effet de serre jouent un rôle fondamental dans le maintien d'une température propice à la vie sur Terre. Toutefois, leur augmentation excessive, principalement liée aux activités humaines, perturbe l'équilibre climatique. L'accumulation croissante de ces gaz dans l'atmosphère est à l'origine du réchauffement climatique, qui se manifeste par une élévation progressive de la température globale.

Parmi les principales conséquences de ce phénomène figurent la fonte des glaciers et l'élévation du niveau des mers, constituant des menaces majeures pour les écosystèmes et les populations humaines. Il engendre également des dérèglements climatiques tels que les sécheresses, les inondations et les tempêtes, affecte la biodiversité, perturbe les activités agricoles et entraîne des impacts négatifs sur la santé humaine.

## **I.7. CONCLUSION**

Dans ce chapitre, la partie théorique nous a permis de présenter une vue d'ensemble du complexe GL3Z, en expliquant son mode de fonctionnement ainsi que ses principales installations, tout en mettant en évidence sa place dans l'industrie gazière.

Par la suite, nous avons abordé les concepts fondamentaux liés aux gaz à effet de serre, notamment leur définition, leurs différentes sources d'émission et leurs impacts sur l'environnement.

Ainsi, ce chapitre constitue une base théorique essentielle pour la compréhension et l'analyse de l'étude réalisée dans ce travail.

## **CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE**

## **II.1. Généralités**

Cette étude vise à évaluer les émissions de gaz à effet de serre issues des sources fixes au sein du complexe industriel, en s'appuyant sur une méthodologie basée sur les données de consommation de combustibles et les facteurs d'émission de référence. L'analyse se concentre sur l'identification des sources d'émissions liées aux processus de combustion et de transformation énergétique, dans l'objectif d'améliorer les mécanismes de maîtrise et de gestion environnementale.

Une attention particulière est accordée aux principaux gaz responsables de l'effet de serre, à savoir le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, le méthane CH<sub>4</sub> et le protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O. L'étude porte essentiellement sur les équipements énergétiques majeurs, notamment les turbines et les fours, considérés comme les principales sources d'émissions de ces gaz au sein du complexe industriel.

## **II.2 Identification des sources de gaz a effet de serre**

Au niveau du complexe GL3Z, plusieurs sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES) peuvent être identifiées. Ces émissions se répartissent principalement en trois catégories. La première concerne les émissions directes issues des sources fixes, telles que les équipements de combustion installés au sein de l'unité. La deuxième regroupe les émissions directes provenant des sources mobiles de combustion, liées notamment aux moyens de transport et aux engins utilisés dans les activités du complexe. Enfin, la troisième catégorie correspond aux émissions fugitives directes, résultant des fuites ou des pertes de gaz au niveau des installations et des équipements.

Le présent inventaire a pour objectif de quantifier les émissions de gaz à effet de serre (GES), en se concentrant principalement sur celles issues de la combustion stationnaire, reconnue comme l'une des principales sources d'émissions dans l'industrie pétrolière, ainsi que sur les émissions fugitives.

Les équipements concernés par ces émissions de combustion sont notamment les fours, les turbines, l'incinérateur et la torche, qui constituent des sources significatives de rejets de GES.

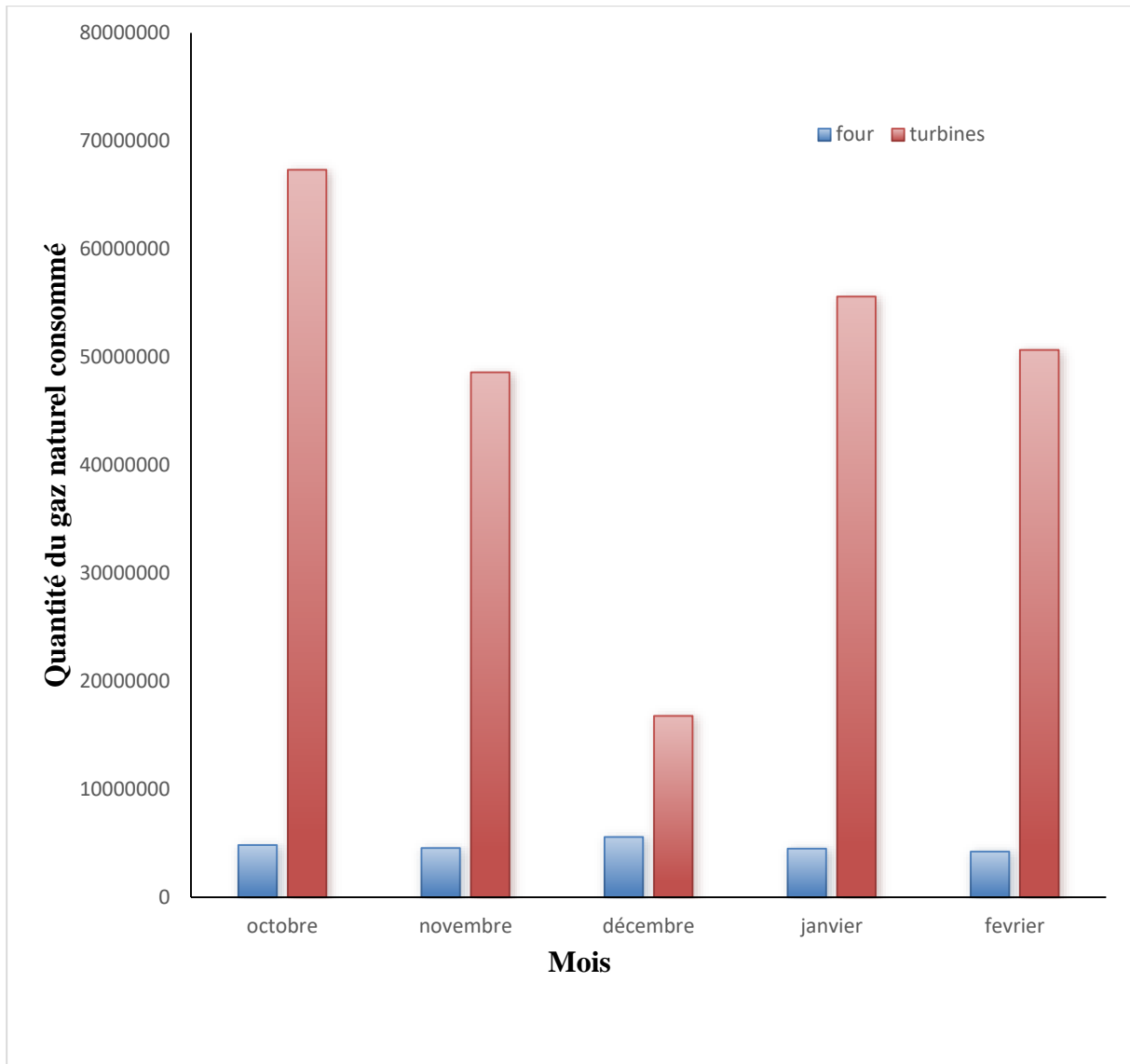
Dans le cadre de cette étude, et compte tenu des données disponibles, l'analyse a été limitée aux fours et aux turbines, considérés comme les équipements les plus représentatifs et les plus émetteurs au sein du complexe.

## Relevé de quantité du gaz naturel

**Tableau II.1:** Relevé de quantité du gaz naturel en contrat m<sup>3</sup> (Cm<sup>3</sup> eq GN)

	<b>Équipements</b>	
	<b>Four (Cm<sup>3</sup> eq GN)</b>	<b>Turbines (Cm<sup>3</sup> eq GN)</b>
<b>Mois</b>		
<b>Octobre</b>	4850386	67346061
<b>Novembre</b>	4563264	48482420
<b>Décembre</b>	4593401	16784514
<b>Janvier</b>	4514608	55605443
<b>Février</b>	4242000	50671000

La représentation graphique de ce relevé est donnée sur Figure II.1.



**Figure II.1:** Courbe présente la consommation du gaz naturel

La consommation du gaz naturel varie selon les mois, on remarque une basse importante en décembre, indiquant un manque de charge ou un arrêt partiel des installations.

**Tableau II.2:** Relevé de pouvoir calorifique supérieur

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février
PCS(thermie/m <sup>3</sup> )	9,312	9,342	9,338	9,312	9,360

## II.3 Calcul des quantités de gaz a effet de serre rejetés

### II.3.1 Calcul de l'énergie dégagée par la combustion du gaz naturel

$$D = PCS \times Q \quad (\text{II.1}) [5]$$

Avec :

D : Donnée d'activité (thermie)

PCS : pouvoir calorifique supérieur (thermie/m<sup>3</sup>)

Q : quantité du gaz naturel (m<sup>3</sup>)

Doct=9,312×67346061

Doct=627126,520×10<sup>3</sup> thermie **(Turbine)**

Doct=9,312×4850386

Doct=45166,7944×10<sup>3</sup> thermie **( Four)**

**Tableau II.3** : Donnée d'activité du gaz naturel

Mois	D turbines ×10 <sup>3</sup> thermie	D four ×10 <sup>3</sup> thermie
<b>Octobre</b>	627126,520	45166,7944
<b>Novembre</b>	453856,968	42630,0123
<b>Décembre</b>	156733,792	42893,1785
<b>Janvier</b>	517797,885	42040,0297
<b>Février</b>	474280,56	39705,12

### II.3.2 Calcul de pouvoir calorifique inférieur (PC I)

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

Ce qui donne :

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

D'où :

$$PCI = 0,9 \times PCS \quad (\text{II.2}) \quad [2]$$

**Tableau II.4 :** Calcul de pouvoir calorifique inférieur

Mois	PCS (thermie/m <sup>3</sup> )	PC I (thermie/m <sup>3</sup> )
Octobre	9,312	8,3808
Novembre	9,342	8,4078
Décembre	9,338	8,4042
Janvier	9,312	8,3808
Février	9,360	8,424

### II.3.3 Calcul de quantité de GES rejeté

Pour calculer la quantité de GES rejetée dans l'atmosphère en multipliant la quantité de gaz consommée (Q) par le facteur d'émission spécifique (FES).

$$E = D \times FES \quad (\text{II.3}) \quad [4]$$

E : quantité de GES rejeté

D : Donnée d'activité du gaz naturel (m<sup>3</sup>)

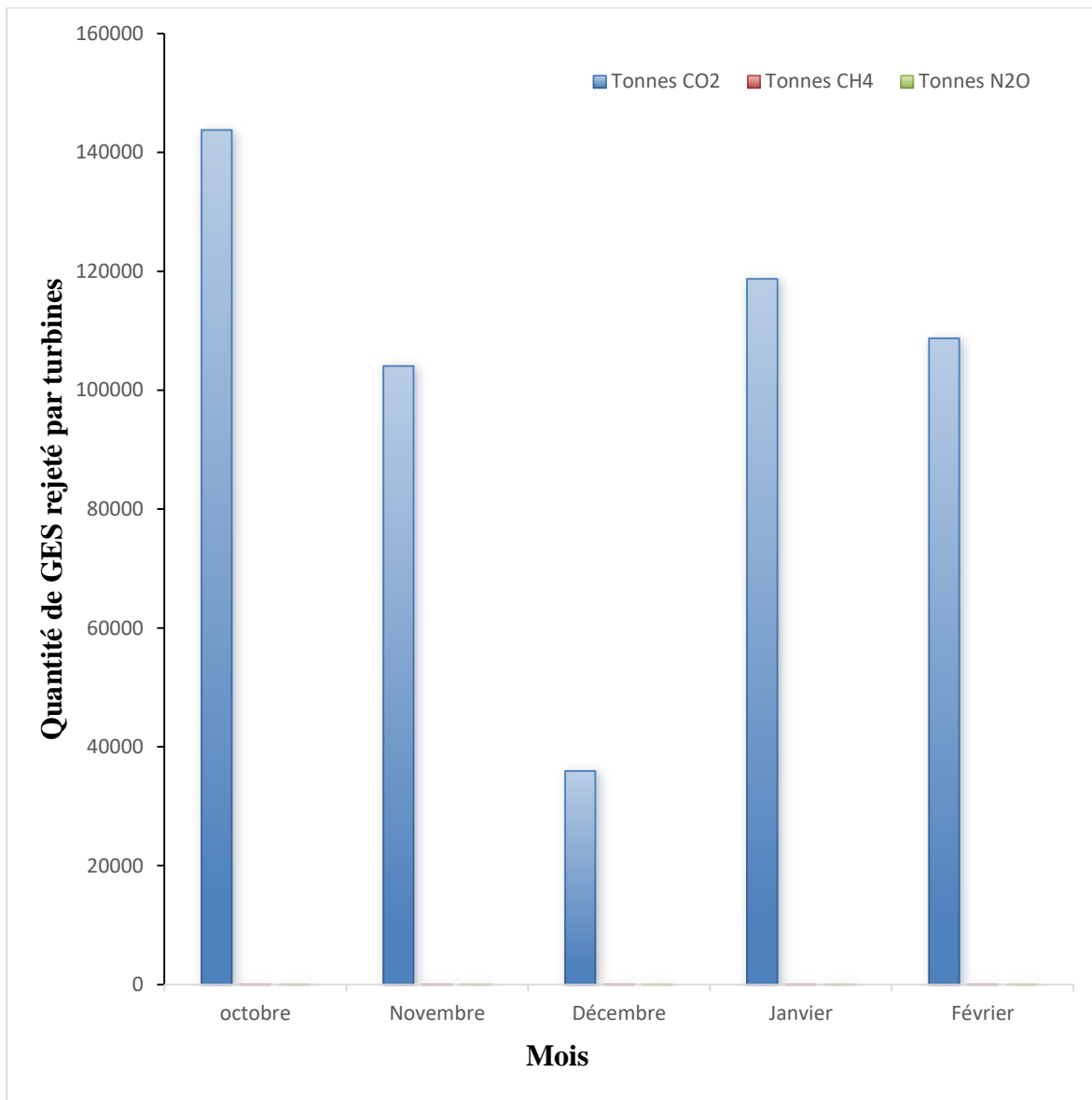
FES : facteur d'émission spécifique

**Tableau II.5 : Facteur d'émission spécifique (ANNEXE A) [3]**

<b>Formule chimique</b>	<b>FES</b>
CO <sub>2</sub>	0,00022
CH <sub>4</sub>	4,684× 10 <sup>-8</sup>
N <sub>2</sub> O	5,568× 10 <sup>-9</sup>

**Tableau II.6 : Quantité de GES rejeté par les turbines**

<b>Mois</b>	<b>GES</b>		
	<b>Tonnes CO<sub>2</sub></b>	<b>Tonnes CH<sub>4</sub></b>	<b>Tonnes N<sub>2</sub>O</b>
<b>Octobre</b>	143803,96	29,3779302	3,4921189
<b>Novembre</b>	104072,19	21,2610660	2,5272771
<b>Décembre</b>	35940,02	7,3422416	0,8727633
<b>Janvier</b>	118734,23	24,2563975	2,8833285
<b>Février</b>	108755,44	22,2178153	2,6410047

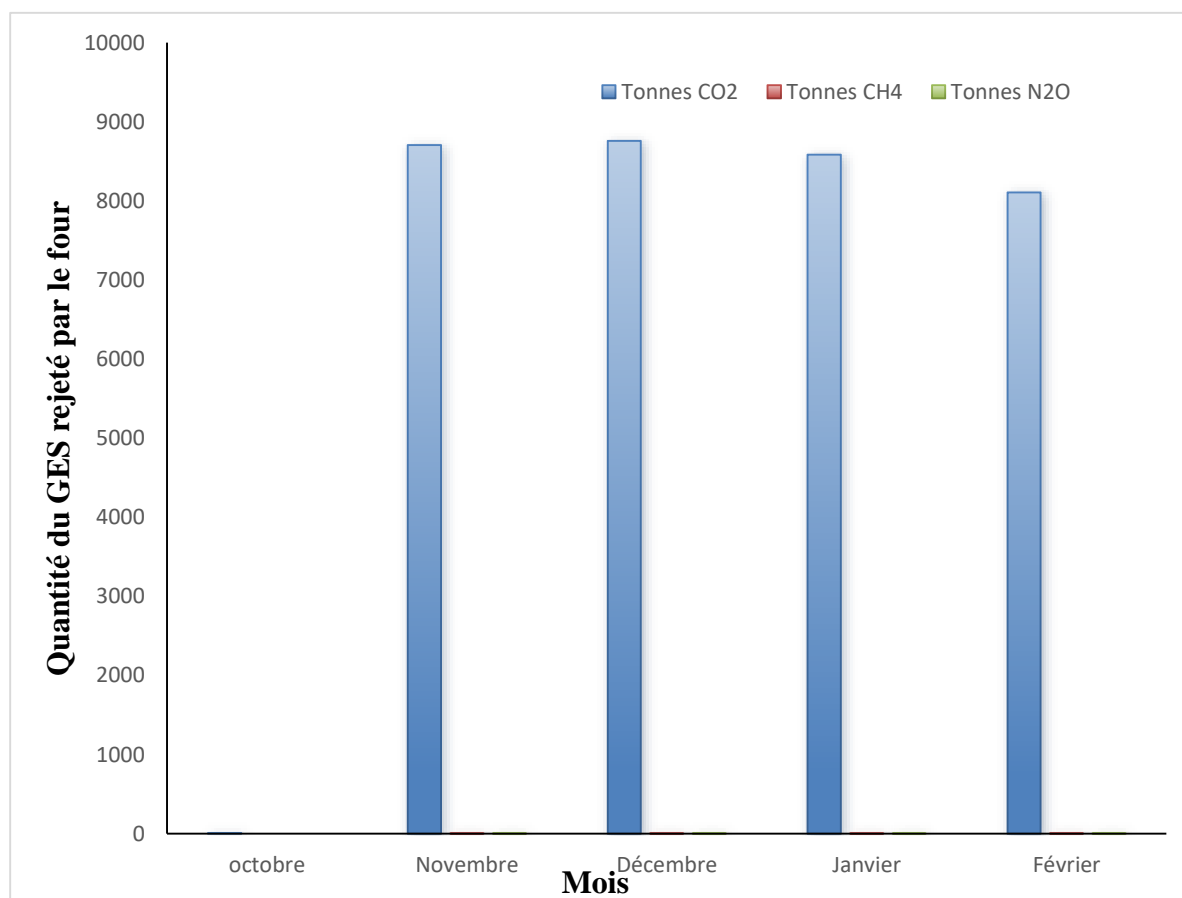


**Figure II.2 :** Courbe présente la quantité de GES rejeté par les turbines

Les émissions de GES présentent une variation notable sur la période étudiée, avec un maximum en octobre (143803,96 tonnes de CO<sub>2</sub>) et un minimum en décembre (35940,02 tonnes). Les autres mois affichent des niveaux intermédiaires, avec une tendance similaire pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, traduisant des fluctuations dans le fonctionnement des turbines.

**Tableau II.7 : Quantité de GES rejeté par four**

Mois	GES		
	Tonnes CO <sub>2</sub>	Tonnes CH <sub>4</sub>	Tonnes N <sub>2</sub> O
<b>Octobre</b>	9,22	0,0001834	0,0000511
<b>Novembre</b>	8704,07	0,1731288	0,0481905
<b>Décembre</b>	8757,80	0,1741976	0,0484880
<b>Janvier</b>	8583,61	0,1707328	0,0475236
<b>Février</b>	8106,00	0,1612503	0,0448841



**Figure II.3 : Courbe présente la quantité de GES rejeté par le four**

Les émissions de GES présentent une évolution marquée par une augmentation significative entre octobre (9,22 tonnes de CO<sub>2</sub>) et novembre (8704,07 tonnes), avec un pic atteint en décembre (8757,80 tonnes). Par la suite, une diminution progressive est observée en janvier (8 583,61 tonnes) et février (8 106,00 tonnes). Cette tendance est également constatée pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, traduisant une phase de stabilisation suivie d'un léger recul des émissions en fin de période.

### II.3.4 Calcul des émissions totales des GES en équivalent CO<sub>2</sub>

$$E_{\text{éqv.CO}_2} = E_{\text{GES}_i} \times \text{PRG}_i \quad (\text{II.4}) \quad [4]$$

$$E_{\text{éqv.CO}_2} = \sum E_{\text{GES}_i} \times \text{PRG}_i \quad (\text{II.5}) \quad [4]$$

#### Les valeurs des PRG des trois gaz

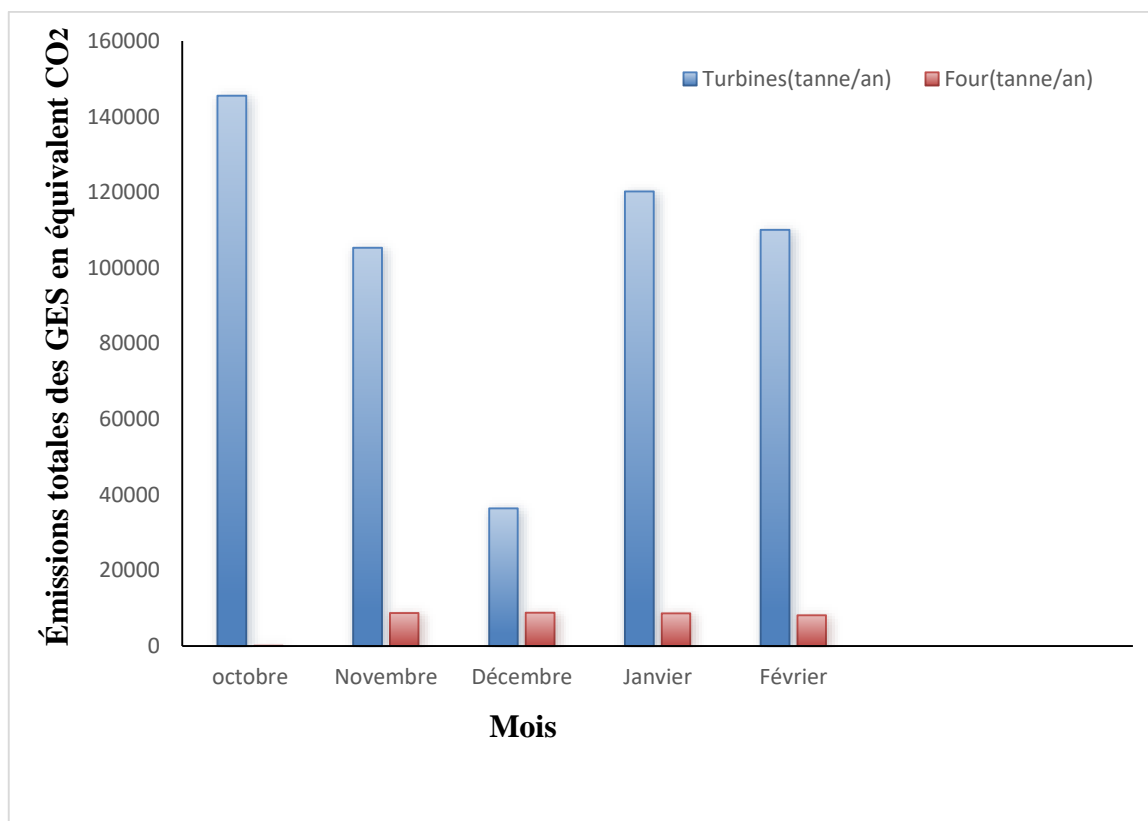
Les résultats des calculs pour les deux équipements sont regroupés dans le tableau **II.8**

**Tableau II.8** : Les valeurs des PRG des trois gaz [3]

Désignation	Formule chimique	PRG a 100 ans
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	1
Méthane	CH <sub>4</sub>	25
Protoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O	298

**Tableau II.9 :** Les émissions totales des GES en équivalent CO<sub>2</sub>

Mois	E eqv.CO <sub>2</sub>	
	Turbines (tanne/an)	Four (tanne/an)
Octobre	145579,0583	9,241826155
Novembre	105356,8425	8722,761212
Décembre	36383,65957	8776,609105
Janvier	120199,8738	8602,04163
Février	110097,9071	8124,282919



**Figure II.4 :** Courbe présente les émissions totales des GES en équivalent CO<sub>2</sub>

À partir de la courbe, on observe que la quantité de gaz à effet de serre émise par les turbines est plus importante que celle émise par le four, car nous avons un seul four et neuf turbines, et la quantité émise correspond au total des émissions des neuf turbines.

### **II.3.5 Comparaison des émissions des turbines et des fours**

Les résultats obtenus montrent une différence très importante entre les émissions de gaz à effet de serre générées par les turbines et celles provenant des fours. Les émissions des turbines varient entre 36 383 et 145579 t éq CO<sub>2</sub>, avec une moyenne d'environ 103523 t éq CO<sub>2</sub>, alors que celles des fours se situent entre 8 124 et 9242 t éq CO<sub>2</sub>, avec une moyenne proche de 8 693 t éq CO<sub>2</sub>.

Ainsi, les turbines émettent en moyenne près de 12 fois plus de gaz à effet de serre que les fours. Cette différence s'explique principalement par leur consommation beaucoup plus élevée en gaz naturel ainsi que par leur nombre plus important au sein du complexe (neuf turbines contre un seul four). Les turbines constituent donc la source dominante des émissions liées à la combustion stationnaire au niveau du complexe GL3/Z.

Par ailleurs, les émissions des turbines présentent des variations importantes d'un mois à l'autre, tandis que celles des fours demeurent relativement stables. Cette situation traduit une plus grande sensibilité des turbines aux conditions d'exploitation, à la charge de production et aux arrêts éventuels des installations.

### **II.3.6 Interprétation des résultats**

Les résultats obtenus montrent que l'évolution des émissions durant la période étudiée est étroitement liée aux variations de la consommation de gaz naturel. Les valeurs les plus élevées ont été observées au mois d'octobre, en raison d'une activité plus intense des installations, tandis que la diminution significative enregistrée en décembre peut s'expliquer par une réduction du niveau de production ou par l'arrêt partiel de certaines unités du complexe.

L'analyse révèle également que le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> constitue la part dominante des émissions totales calculées. À l'inverse, les émissions de méthane CH<sub>4</sub> et de protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O demeurent relativement faibles. Néanmoins, malgré leurs faibles concentrations, ces gaz contribuent aux émissions globales de gaz à effet de serre en raison de leur potentiel de réchauffement global particulièrement élevé.

Ces observations indiquent que les actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre au sein du complexe devraient être orientées en priorité vers les turbines. Cela passe notamment

par l'amélioration de leur efficacité énergétique, l'optimisation des conditions de combustion du gaz naturel ainsi que l'adoption de solutions permettant la récupération ou la valorisation du CO<sub>2</sub>, afin de limiter l'impact environnemental des activités industrielles.

#### **II.4. Conclusion**

Ce chapitre a permis de réaliser une évaluation et un inventaire des émissions de gaz à effet de serre générées par la combustion stationnaire au sein du complexe GL3/Z, en s'appuyant sur les données réelles de consommation de gaz naturel ainsi que sur les facteurs d'émission adoptés. Les résultats obtenus montrent que les turbines constituent la principale source d'émissions par rapport aux fours, en raison de leur consommation énergétique plus élevée. Il apparaît également que les émissions varient directement en fonction du niveau de fonctionnement des installations et de la quantité d'énergie consommée.

Ces résultats soulignent l'importance d'améliorer la performance énergétique des équipements de combustion, en particulier celle des turbines, qui représentent l'élément le plus influent sur l'empreinte carbone du complexe. Cette étude constitue ainsi une base essentielle pour renforcer la gestion environnementale, mettre en place un suivi régulier des émissions et proposer des actions et solutions techniques visant à leur réduction, en cohérence avec les objectifs de développement durable et de transition énergétique.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Face aux défis croissants liés au changement climatique, la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre constitue aujourd'hui une priorité majeure dans le secteur énergétique, en particulier dans l'industrie pétrolière et gazière, fortement dépendante des procédés de combustion pour le fonctionnement de ses installations. Le complexe GL3/Z fait partie de ces unités industrielles où les émissions liées à la consommation de gaz naturel sont significatives, notamment au niveau des turbines et des fours.

La présente étude a été réalisée afin d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion stationnaire au sein du complexe. Elle s'appuie sur des données réelles de consommation de gaz naturel enregistrées entre octobre et février, ainsi que sur les facteurs d'émission proposés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour le calcul du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O.

Les résultats obtenus montrent que les turbines constituent la principale source d'émissions du complexe. Les émissions totales, exprimées en équivalent CO<sub>2</sub>, varient entre 36383 et 145579 tonnes CO<sub>2</sub>, avec une moyenne de 103523 tonnes CO<sub>2</sub> sur la période étudiée. À l'inverse, les fours présentent des émissions nettement plus faibles et relativement stables, comprises entre 8124 et 9242 tonnes CO<sub>2</sub>, avec une moyenne d'environ 8693 tonnes CO<sub>2</sub>. Ainsi, les turbines émettent en moyenne près de 12 fois plus de gaz à effet de serre que les fours, ce qui confirme leur rôle dominant dans le bilan carbone du complexe.

L'étude met également en évidence une relation directe entre la consommation de gaz naturel et les émissions de gaz à effet de serre. Une baisse notable a été observée au mois de décembre, liée principalement à une réduction de l'activité ou à un arrêt partiel de certaines unités du complexe. Ces résultats confirment que l'optimisation de l'efficacité énergétique constitue un levier essentiel pour réduire les émissions et améliorer les performances environnementales.

Par ailleurs, il ressort que le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> représente la composante principale des émissions, tandis que les contributions du méthane CH<sub>4</sub> et du protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O restent faibles. Toutefois, en raison de leur fort potentiel de réchauffement global, ces gaz doivent être pris en compte dans toute stratégie de réduction des émissions.

Enfin, cette étude a permis d'établir un inventaire quantitatif des émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion stationnaire au niveau du complexe GL3/Z. Les résultats obtenus constituent une base d'aide à la décision pour identifier les principales sources d'émissions et proposer des actions d'amélioration environnementale. Ils offrent également un support

scientifique pour le développement de projets futurs visant l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction de l'empreinte carbone et l'adoption de solutions innovantes de décarbonation, en cohérence avec les objectifs de développement durable et de transition énergétique en Algérie.

## RECOMMANDATIONS

À l'issue de cette étude portant sur l'analyse et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre générées par la combustion stationnaire au niveau du complexe GL3/Z, il est recommandé de :

1. Mettre en place un système permanent de suivi et d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre afin d'assurer une surveillance continue des performances environnementales du complexe.
2. Réaliser périodiquement des bilans carbone détaillés pour identifier les principales sources d'émissions et évaluer l'efficacité des mesures de réduction mises en œuvre.
3. Optimiser le fonctionnement des turbines, qui constituent la principale source d'émissions du complexe, par l'amélioration du rendement énergétique et la réduction des pertes de combustion.
4. Renforcer les programmes de maintenance préventive des équipements de combustion afin de garantir leur fonctionnement optimal et de limiter les émissions polluantes.
5. Étudier la possibilité d'intégrer des technologies à faibles émissions de carbone ainsi que des solutions innovantes de récupération et de valorisation de l'énergie.
6. Développer des projets visant l'intégration progressive des énergies renouvelables dans les installations industrielles afin de réduire la dépendance aux combustibles fossiles.
7. Mettre en œuvre des actions d'efficacité énergétique portant sur l'optimisation de la consommation de gaz naturel et la réduction des pertes énergétiques au niveau des procédés.
8. Renforcer la sensibilisation et la formation du personnel aux bonnes pratiques environnementales et aux enjeux liés aux changements climatiques.
9. Réaliser des études complémentaires sur les émissions d'autres polluants atmosphériques associés à la combustion, tels que les oxydes d'azote (NOx), les oxydes de soufre (SOx) et les particules fines.
10. Encourager les travaux de recherche relatifs aux technologies de captage, de stockage et de valorisation du dioxyde de carbone (CCUS) afin de contribuer à la réduction de l'empreinte carbone du complexe et au soutien des objectifs nationaux de transition énergétique.

# **ANNEXES**

## Annexe A : Facteur d'émission pour les combustibles les plus Utilisés

Combustible	Gaz Naturel		
Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117642	117696	117750
Valeur	56100	1	0.1
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	58300	3	0.3
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	54300	0.3	0.03
Combustible	GNL		

Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117606	117660	117714
Valeur	64200	3	0.6
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	70400	10	2
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	58300	1	0.2

Combustible	Gaz de Raffineries*		
	* Pour tout combustible constitué d'un mélange de gaz naturel et d'autres HC issus du process, utilisez ces facteurs d'émissions pour l'estimation des émissions.		

Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117623	117677	117731
Valeur	57600	1	0.1
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	69000	3	0.3
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	48200	0.3	0.03

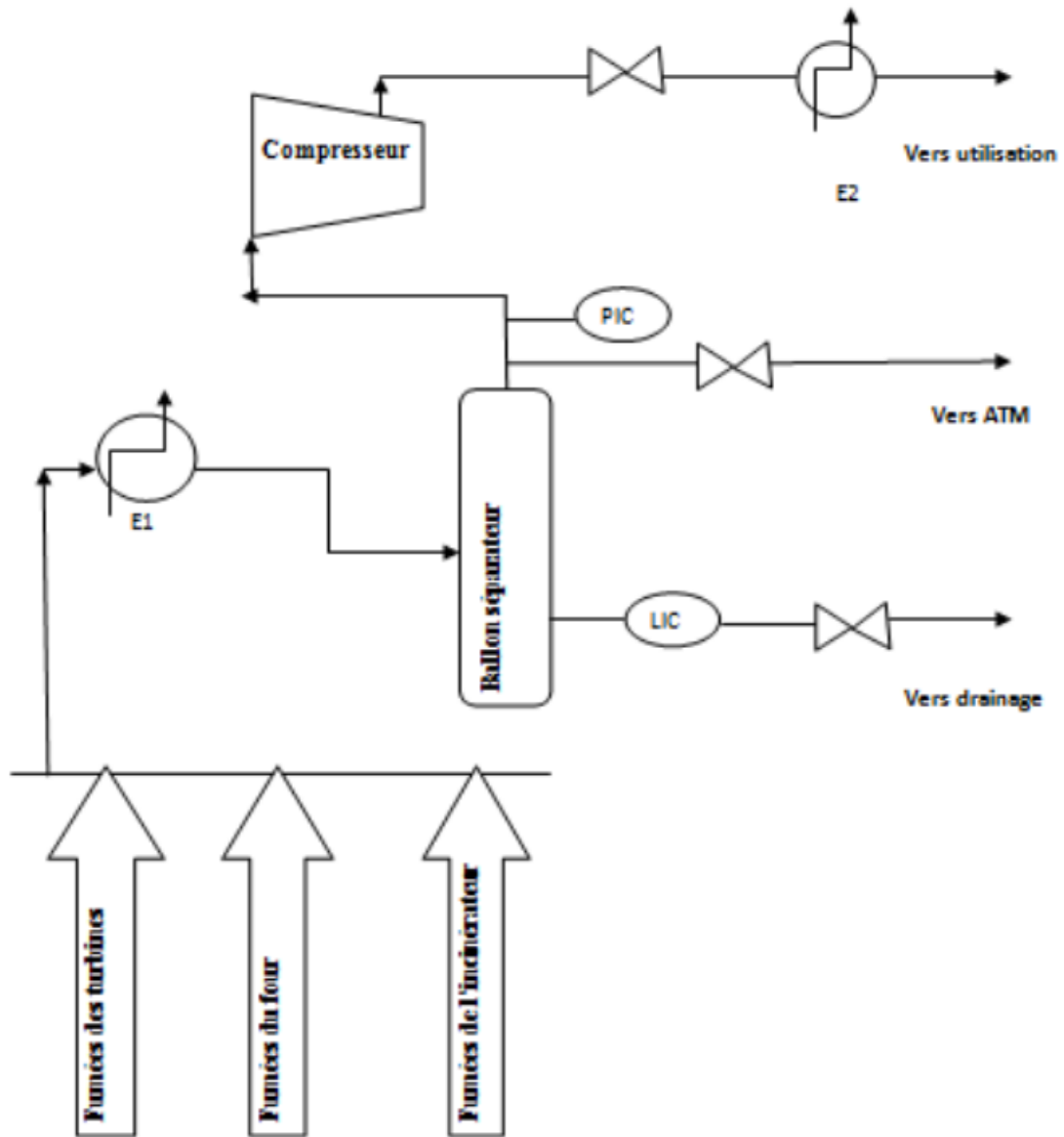
Combustible	GPL		
Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117616	117660	117724
Valeur	63100	3	0.1
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	65600	10	0,3
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	61600	1	0,03

Combustible	ESSENCE		
Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117607	117661	117715
Valeur	69300	3	0.6
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	73000	10	2
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	67500	1	0.2
Combustible	DIESEL		
Gaz à effet de serre	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
EF ID (identifiant unique selon la nomenclature du GIEC)	117614	117668	117722
Valeur	74100	3	0.6
Unité	kg/TJ	kg/TJ	kg/TJ
Upper uncertainty for 95% confidence limit:	74800	10	2
Lower uncertainty for 95% confidence limit:	72600	1	0.2

**FACTEURS D'EMISSION PAR DEFAUT POUR LA COMBUSTION STATIONNAIRE DANS LES INDUSTRIES ENERGETIQUES**  
**(kg de gaz à effet de serre par TJ sur une base calorifique nette)**

Combustible	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O			
	Facteur d'émission par défaut	Limite inférieure	Limite supérieure	Facteur d'émission par défaut	Limite inférieure	Limite supérieure	Facteur d'émission par défaut	Limite inférieure	Limite supérieure	
Pétrole brut	73 300	71 000	75 500	3	1	10	0,6	0,2	2	
Liquides de gaz naturel	64 200	58 300	70 400	3	1	10	0,6	0,2	2	
Essence	Essence automobile	69 300	67 500	73 000	3	1	10	0,6	0,2	2
	Essence aviation	70 000	67 500	73 000	3	1	10	0,6	0,2	2
	Essence pour carburateurs	70 000	67 500	73 000	3	1	10	0,6	0,2	2
Kérosène pour carburateur	71 500	69 700	74 400	3	1	10	0,6	0,2	2	
Autres kérosènes	71 900	70 800	73 700	3	1	10	0,6	0,2	2	
Huile de schiste	73 300	67 800	79 200	3	1	10	0,6	0,2	2	
Gasoil / Diesel	74 100	72 600	74 800	3	1	10	0,6	0,2	2	
Fiouls résiduels	77 400	75 500	78 800	3	1	10	0,6	0,2	2	
Gaz de pétrole liquéfiés	63 100	61 600	65 600	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Ethane	61 600	56 500	68 600	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Naphta	73 300	69 300	76 300	3	1	10	0,6	0,2	2	
Bitume	80 700	73 000	89 900	3	1	10	0,6	0,2	2	
Lubrifiants	73 300	71 900	75 200	3	1	10	0,6	0,2	2	
Coke de pétrole	97 500	82 900	115 000	3	1	10	0,6	0,2	2	
Intermédiaires des raffineries	73 300	68 900	76 600	3	1	10	0,6	0,2	2	
Autres types de pétrole	Gaz de raffinerie	57 600	48 200	69 000	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Cires de pétrole	73 300	72 200	74 400	3	1	10	0,6	0,2	2
	White spirit et SBP	73 300	72 200	74 400	3	1	10	0,6	0,2	2
	Autres produits pétroliers	73 300	72 200	74 400	3	1	10	0,6	0,2	2
Goudron de houille	80 700	68 200	95 300	1	0,3	3	1,5	0,5	5	
Gaz dérivés	Gaz d'usine à gaz	44 400	37 300	54 100	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gaz de four à coke	44 400	37 300	54 100	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gaz de hauts fourneaux	260 000	219 000	308 000	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Gaz de convertisseur à l'oxygène	182 000	145 000	202 000	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
Gaz naturel	56 100	54 300	58 300	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Déchets industriels	143 000	110 000	183 000	30	10	100	4	1,5	15	
Huiles résiduelles	73 300	72 200	74 400	30	10	100	4	1,5	15	
Tourbe	106 000	100 000	108 000	1	0,3	3	1,5	0,5	5	

## Annexe B : Unité de récupération du CO<sub>2</sub>



LIC: « Level Indicator and Controller »

PIC: « Pressure Indicator and Controller »

E: Echangeur de temperature

## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Présentation du complexe GL3Z (Le Méga Train d'Arzew).
- [2] Manuel opératoire, partie générale. Projet GL3Z. Arzew, Algérie, le 27/ 03/ 12.
- [3] Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux
- [4] Norme ISO 14064-1 : Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre (juin 2006)
- [5] Compendium of Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for the Oil and Natural Gas Industry, American Petroleum Institute, August 2009