



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
كلية العلوم و التكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie  
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES

N° d'ordre : M2...../GPE/2023



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

**Filière :** Génie des Procédés

**Option :** Génie des Procédés de L'Environnement

### Thème

**Les gaz à effet de serre au niveau du complexe GNL2/Z**

**Présenté par :**

- AMMAR Imad Eddine
- CHOUARFIA Mohamed

**Soutenu le 25/06/ 2023 devant le jury composé de :**

<b>Président :</b>	<b>Mme DRIOUCH Aouatef</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mme KHELLADI Malika</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Mostaganem</b>
<b>Rapporteur :</b>	<b>M<sup>r</sup>.HAMMOUDI Habib</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Mostaganem</b>

**Année Universitaire 2022/2023**

# Remercîment

En premier lieu nous tenons à remercier le bon DIEU qui nous a donné la volonté, la patience, le courage et la force pour avoir pu achever ce travail.

Nous tenons à remercier nos parents qui nous ont soutenus tout le long de notre vie, en nous encourageons à finir nos études (que Dieu nous les garde).

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur M<sup>r</sup>.**HAMMOUDI Habib** pour ça générosité et ces inestimables conseils et orientations.

Que nos profondes gratitudee soient adressées à la Présidente du jury, Mme **Dr.Driouch Aouatef** pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider notre jury d'évaluation.

Nos remerciements à Mme **KHELLADI Malika** qui a pris la peine d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements A tous nos professeurs du département de génie des procédés.

Nous remercions notre encadreur du complexes GL2Z Mr Kazitani Alaa Eddine.

Nos remerciement aussi Mr SELLES Smail du camp 6 pour son aide et patience.

Nous tenons à remercier spécialement le personnel du complexe GL2Z et Particulièrement ceux du département technique.

Enfin nous adressons nos meilleurs et chaleureux remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

## **Liste des abréviations :**

**API** : American Petroleum Institute.

**CDN** : Contributions Déterminées au Niveau National.

**CNC** : Comité National Climat.

**DA** : Donnée d'Activité.

**FE** : Facteur d'émission.

**GES** : Gaz à effet de serre.

**GGFR**: Global Gas Flaring Reduction.

**GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

**GL2Z** : Gaz Liquéfié d'ARZEW

**GN** : Gaz Naturel.

**GNL** : Gaz Naturel liquéfié.

**GPL** : Gaz Pétrole Liquéfié.

**HFC** : Hydrofluorocarbures.

**HSE** : Hygiène sécurité environnement.

**LSH** : Logistique, Sécurité, et Hygiène.

**MEA** : Mono éthanol amine.

**PCI** : Pouvoir calorifique inférieur.

**PCS** : Pouvoir calorifique supérieur.

**PFC** : Per fluorocarbures.

**PRG** : Pouvoir de Réchauffement Global.

**SF<sub>6</sub>** : Hexafluorure de soufre.

**SONATRACH** : Société national de transport et de commercialisation des hydrocarbures.

**SONELGAZ** : Société Nationale de l'Electricité et du Gaz.

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> Zone de procédé .....	10
<b>Figure I.2</b> Zone de stockage .....	11
<b>Figure I.3</b> Organigramme du traitement du gaz naturel au complexe GL2/Z.....	12
<b>Figure II.1</b> l’impact des gaz à effet de serre.....	16
<b>Figure IV.1</b> les émissions de la consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs entre GIEC et API .....	40
<b>Figure IV.2</b> les émissions de Consommation de gas-oil entre API et GIEC .....	40
<b>Figure IV.3</b> comparaison annuel de les émissions de CO <sub>2</sub> équivalent entre API et GIEC pour l'année 2022.....	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> composition du gaz naturel liquéfié.....	4
<b>Tableau I.2</b> caractéristique physique du GN et de GNL.....	4
<b>Tableau III.1</b> Le pouvoir de réchauffement global des gaz à effet de serre.[16].....	20
<b>Tableau III.2</b> Les facteurs d'émissions utilisés pour les estimations des GES du GIEC .....	21
<b>Tableau III.3</b> Les facteurs d'émissions utilisés pour les estimations des GES de l'API.....	22
<b>Tableau III.4</b> les émissions de gaz à effet de serre du juin dans le complexe GL2/Z.....	23
<b>Tableau III.5</b> les émissions de gaz à effet de serre du juillet dans le complexe GL2/Z.....	23
<b>Tableau IV.1</b> PCS donner par GIEC.....	28
<b>Tableau IV.2</b> Facteur d'émission (GIEC).....	29
<b>Tableau IV.3</b> Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs (GIEC) .....	31
<b>Tableau IV.4</b> Consommation de Fuel gaz ABB et IHI au niveau de la chambre de combustion (GIEC).....	31
<b>Tableau IV.5</b> Consommation d'essence (GIEC) .....	32
<b>Tableau IV.6</b> Consommation de gas-oil (GIEC) .....	33
<b>Tableau IV.7</b> Volume de gaz torché (GIEC) .....	33
<b>Tableau IV.8</b> Volume des gaz ventilés (GIEC) .....	34
<b>Tableau IV.9</b> les PCS donner par l'API .....	35
<b>Tableau IV.10</b> Facteur d'émission (API).....	37
<b>Tableau IV.11</b> Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs (API) .....	37
<b>Tableau IV.12</b> Consommation de Fuel gaz ABB et IHI au niveau de la chambre de combustion (API).....	38
<b>Tableau IV.13</b> Consommation d'essence (API) .....	38
<b>Tableau IV.14</b> Consommation de gas-oil (API) .....	39
<b>Tableau IV.15</b> Volume de gaz torché (API) .....	39
<b>Tableau IV.16</b> Volume de gaz ventilé (API) .....	39

# Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

INTRODUCTION.....	1
I. CHAPITRE I : DESCRIPTION GENERALE DU COMPLEXE GL2/Z .....	2
I.1 Historique :.....	2
I.2 Situation géographique : .....	2
I.3 Gaz naturel : .....	3
I.4 Présentation du complexe .....	6
II. CHAPITRE II : LES GAZ A EFFET DE SERRE(GES) .....	13
II.1 Généralités : .....	13
II.2 Les principaux gaz à effet de serre(GES) .....	13
II.3 L'impact des gaz à effet de serre .....	14
II.4 Principales méthodes pour réduire la teneur de GES (industrie) :.....	17
III. CHAPITRE III : Les gaz à effet de serre au niveau du complexe GNL2/Z.....	18
III.1 Les principaux gaz à effet de serre (GES) au niveau du complexe GL2Z.....	18
III.2 Les sources d'émissions des gaz à effet de serre (GES) au niveau du complexe GL2Z..	18
III.3 Méthodes de calcul du gaz à effet de serre .....	19
III.4 Evaluation de la teneur : .....	22
IV. CHAPITRE IV : Les approches méthodologiques .....	25
IV.1. La méthode facteur d'émission .....	25
IV.2 Méthode de calculs :.....	27
IV.3 Etude comparative entre API et GIEC : .....	40
Conclusion.....	42
Reference bibliographique .....	44
ANNEXE A.....	45

ANNEXE B..... 46

ANNEXE C..... 48

## 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 polluante dans le secteur, vise à faire pour une première fois un recensement sur les émissions du GES issus de la combustion stationnaire au niveau des complexes, 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 CO<sub>2</sub>, 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.



## **ABSTRACT:**

Climate change is increasingly appearing in the headlines, and the attention given to this issue by the media is fully justified. The climate of our planet has never been stable, but the thousands of experts who make up the “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC) unequivocally confirm the phenomenon of global warming and its link to greenhouse gas emissions from industrial activity.

In recent decades, greenhouse gas emissions have increased significantly in Algeria, as the country’s economic and development models involve the consumption of large quantities of fossil fuels. Algeria has become aware of this problem and is now promoting renewable energy and climate change mitigation in order to modernize industry, create jobs, improve quality of life and support international efforts to mitigate climate change.

SONATRACH, Algeria’s leading oil and gas company, aware that the hydrocarbon industry is the most polluting in the sector, aims to conduct a first-time census on GHG emissions from stationary combustion at its complexes, including turbines, furnaces and incinerators. This will be done through rigorous evaluation using a carbon footprint assuming that all carbon in the charge is transformed into CO<sub>2</sub>, and secondly through a simplified evaluation using an EF given by the GHG reference with an estimated time to develop a GHG guide.

## ملخص:

تظهر التغيرات المناخية بشكل متزايد في العناوين الرئيسية، والاهتمام الذي توليه وسائل الإعلام لهذه المسألة مبرر تمامًا. لم يكن مناخ كوكبنا مستقرًا أبدًا، ولكن آلاف الخبراء الذين يشكلون "الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC)" يؤكدون بشكل قطعي ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي وارتباطه بانبعاثات الغازات الدفيئة من النشاط الصناعي. في العقود الأخيرة، ازدادت انبعاثات غازات الدفيئة بشكل كبير في الجزائر، حيث تشمل نماذج التنمية والاقتصادية في البلاد استهلاك كميات كبيرة من الوقود الأحفوري. أصبحت الجزائر على دراية بهذه المشكلة وتروج الآن للطاقة المتجددة والتخفيف من تغير المناخ من أجل تحديث الصناعة وخلق فرص عمل وتحسين نوعية الحياة ودعم جهود التخفيف من تغير المناخ على المستوى الدولي.

تدرك شركة سوناطراك، شركة النفط وغاز الرائدة في الجزائر، أن صناعة المحروقات هي الأكثر تلوثًا في هذا القطاع، وتهدف إلى إجراء تعداد لأول مرة على انبعاثات الغازات الدفيئة في مجموعاتها، بما في ذلك التوربينات والأفران ومنشآت الحرق. سيتم هذا من خلال التقييم المتقن باستخدام انبعاثات الكربون يفترض أن يتحول كل كربون إلى ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>، وثانيًا من خلال التقييم المبسط باستخدام عامل الانبعاثات معطى من قبل مرجع الغازات الدفيئة.

## INTRODUCTION

Le changement climatique est une équation, faite de nombreux paramètres complexes, qui pose des questions auxquelles l'humanité semble ne pas avoir de réponse immédiate. Les objectifs de réduction de gaz à effet de serre (GES), définis lors des accords du protocole de Kyoto en 1995, ne semblent pas pouvoir être respectés. Un objectif clair a été fixé: limiter l'augmentation de la température à moins de 2°C. D'après l'analyse de nombreux experts du climat, cet objectif devrait être difficile à atteindre. Outre l'efficacité énergétique, la modification de nos modes de vie, ou encore l'utilisation d'énergies renouvelables, d'autres solutions sont envisagées pour atténuer le changement climatique de manière plus rapide.

Dans le cadre des engagements de l'Algérie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et de l'Accord de Paris, SONATRACH a mis en avant des objectifs en matière de réduction des émissions de GES, notamment à travers les « Contributions Déterminées au Niveau National (CDN) ». Par ailleurs, ces objectifs sont cohérents avec ceux tracés par la Politique HSE de SONATRACH et son système de Management HSE-MS.

A ce titre, SONATRACH met en place, à travers le présent référentiel, un processus régulier d'évaluation quantitative des émissions de GES. Elle définit le niveau d'exigence indispensable au processus de suivi et de reporter 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.

Notre travail se situe dans le prolongement de cette préoccupation et s'intitule « **Les gaz à effet de serre au niveau du complexe GNL2/Z** » qui se présente en trois parties :

- Une partie théorique composée de deux chapitres I et II, l'un, donnant une description du complexe GNL2/Z, l'autre, présentant **l'effet de serre**.
- Les chapitres III et IV comportent le travail qu'on a effectué au niveau du complexe GNL2/Z et qui traitent les différentes sources des gaz à effet de serre, ainsi que les méthodes de leur évaluation. Une étude comparative entre ces différentes méthodes a été aussi effectuée.
- Nous avons terminé notre mémoire par une conclusion regroupant quelques recommandations.

## CHAPITRE I : DESCRIPTION GENERALE DU COMPLEXE GL2/Z

### I.1 Historique :

Le complexe G.L.2/Z est situé à Bethioua, son emplacement au bord de la mer lui permet d'utiliser son eau comme source d'alimentation pour le refroidissement, la production d'eau distillée et la lutte anti-incendie.

Le complexe GL2/Z représente l'avant dernier complexe en date construit pour le compte de la « Sonatrach » dans le domaine de la liquéfaction. C'est un projet qui a été réalisé par la société américaine « Pullman Kellogg Plant service Alegria Inc. », chargée des études et de la construction et du démarrage des différentes installations du complexe.

Le complexe GL2/Z assure la liquéfaction de 41.25 millions de m<sup>3</sup> / jour de gaz naturel en provenance de champs gaziers de HassiR'Mel avec ou extraction de propane et de gazoline.[1]

- Signature de contrat 09 février 1976.
- Mise en vigueur 01 avril 1976
- Lancement engineering 15 avril 1976
- Ouverture du chantier 15 mars 1977.
- Pose de la première pierre 21 février 1978.
- Les essais et les démarrages ont été effectués en 1980.
- Début de montage mécanique 01 juillet 1981.
- Première expédition de GNL 20 juillet 1981

### I.2 Situation géographique :

Le complexe GL2/Z est situé au nord-est Béthioua environ 40 km à l'est d'Oran au bord de la méditerranée sur une superficie de 72 ha, son emplacement au bord de la mer lui permet d'utiliser l'eau de mer comme source d'alimentation pour le refroidissement, la production d'eau distillée est la lutte anti- incendie.

### **I.3 Gaz naturel :**

#### **I.3.1 Définition de gaz naturel :**

Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbure légers comprenant du méthane (CH<sub>4</sub>) en grande proportion et aussi est un combustible idéal à haut pouvoir calorifique et d'une grande pureté en outre c'est une matière de choix pour la pétrochimie qui l'utilise pour ces fabrications d'ammoniac, d'engrais, etc.....

Ainsi que d'autre hydrocarbure gazeux tel que l'Ethane, propane, butane, pentane en proportions décroissante. Sa composition révèle en outre suivant les cas la présence d'hélium, d'azote, de gaz carbonique, sulfure, et de la vapeur d'eau la genèse du gaz naturel. La naissance du gaz naturel est tout à fait analogue à celle du pétrole et résulte de la décomposition de la matière organique essentiellement sous-marine déposée au cours des époques géologiques sous les couches sédimentaires. Dans ce processus de décomposition, le gaz naturel représente une étape plus avancée que celle du pétrole, correspondant en général à des conditions de pression et de température plus élevées. La liquéfaction de GN est un procédé de base qui a pour objectif transporter le maximum de GNL vers l'étrangers en déminant son volume d'environ 600 fois et cela pour pouvoir faciliter son transport, Le GL2/Z est une importante installation de liquéfaction de gaz naturelle qui produit le GNL, du propane, du butane et de Gazoline elle présente un essor économique important pour l'Algérie.[2]

#### **I.3.2 Composition moyenne du GN :**

La composition du gaz naturel varie d'un champ à un autre donc elle n'est jamais constante car elle dépend du réservoir dont il est extrait.

Le composant principal du gaz naturel (GN) est le méthane (souvent plus de 80 %) ; viennent ensuite les hydrocarbures saturés plus lourds (éthane, propane, etc.) dont les proportions décroissent avec l'augmentation du nombre d'atomes de carbone (Tableau1). On peut aussi trouver de l'azote, de l'hélium, du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau, le mercure et parfois du sulfure d'hydrogène

Les composants du gaz naturel liquéfié (GNL) après la liquéfaction par refroidissement à des basses températures .[3]

- ✓ Le gaz naturel Algérien ne contient pas le H<sub>2</sub>S

**Tableau 1.1** Composition du gaz naturel liquéfié

<b>Composition du gaz naturel algérien ne contenant pas de H<sub>2</sub>S</b>		
<b>Composants (% molaire)</b>	<b>Type de gaz</b>	
	<b>Gaz brut</b>	<b>Gaz épuré à l'entrée du liquéfacteur</b>
He	0.19	0.19
N <sub>2</sub>	5.6	5.61
CO <sub>2</sub>	0.21	0.01
CH <sub>4</sub>	83.40	83.57
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7.6	7.62
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1.90	1.90
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.30	0.30
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.40	0.40
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.12	0.12
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.13	0.13
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> et C <sub>6</sub> +	0.15	0.15
<b>Total %mol</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>H<sub>2</sub>O ppm (en volume)</b>	<b>15</b>	<b>&lt;1</b>

**Tableau 1.2** Caractéristique physique du GN et de GNL

<b>Caractéristique physique</b>	<b>Gaz naturel GN</b>	<b>Gaz naturel liquéfié GNL</b>
Poids moléculaire	18.88	18.2
Teneur en eau (ppm)	50	/
Pression (bars)	42.5 à 46	10.03
Température (°C)	38	-162

### **I.3.3 Propriétés du gaz naturel :**

On appelle gaz tout corps qui se présente à l'état de fluide expansible et compressible (état gazeux) dans les conditions normales de température et de pression.

Le gaz naturel autant qu'une source d'énergie est une des matières qui ont permis la diffusion du progrès économique et social.

Au stade final de son exploitation, le gaz naturel peut être caractérisé par les propriétés suivant.

#### **I.3.3.1 La masse volumique :**

C'est la masse de l'unité de volume du gaz exprimé en  $\text{kg}/\text{m}^3$ , elle est en fonction de la température et de la pression, en d'hors des conditions spécifiées on se réfère à des conditions dites normale ou standards :

Condition normale :  $T=0^\circ\text{C}$ ,  $P=1\text{atm}$ .

Condition standard :  $T=15^\circ\text{C}$ ,  $P=1\text{atm}$ .

#### **I.3.3.2 Densité :**

Pour un gaz est défini par le rapport de sa masse volumique à celle de l'air dans la condition déterminée de la température et de pression.

#### **I.3.3.3 Pouvoir calorifique :**

C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de volume du gaz, mesurée dans les conditions de référence. Le pouvoir calorifique pour le gaz naturel s'exprime en  $(\text{J}/\text{m}^3)$ , il est calculé en utilisant les formules de la thermodynamique et les données standards de l'enthalpie.

Il existe deux valeurs de pouvoir calorifique :

**Pouvoir calorifique supérieur(PCS)** :c'est la quantité de chaleur dégagée lorsque tous les produits de combustion sont ramènes à la température ambiante, l'eau formée étant liquide.

**Pouvoir calorifique inférieur (PCI)** : c'est la quantité de chaleur dégagée lorsque tous les produits de combustion sont ramenés à la température ambiante, l'eau restée à l'état vapeur.

[4]

### **I.3.3.4 Composition chimique :**

Elle indique la nature des composés hydrocarbures et d'autres constituants du gaz et leur importance relative dans le mélange par l'intermédiaire de leur fraction volumique ou moléculaire.

La composition chimique d'un gaz est utilisée pour les études de vaporisation. Elle sert aussi à calculer certaines de ces propriétés en fonction de la pression et de la température (compressibilité, densité) et à définir les conditions de son traitement lors de l'exploitation (extraction des produits liquides).

### **I.4 Présentation du complexe**

Le complexe GL2/Z comporte Six trains de liquéfaction indépendants fonctionnant en parallèle. La production des utiles nécessaire au fonctionnement des trains est comme suit : L'air de service, l'azote, l'eau potable, l'eau de mer, l'électricité et la vapeur d'eau. Pour cela le complexe dispose de :

- 01 chaudière basse pression d'une capacité de 50 T / h.
- 18 chaudières de procédé à haute pression d'une capacité de 122 T / h.
- 04 turbogénérateurs d'une capacité de 20MW chacun.
- 03 chaudières utilités d'une capacité de 90 T / h.
- 05 unités de dessalement d'une capacité de 45 T / h chacune.
- 01 station de pompage d'eau de mer qui se compose.
- Une unité d'air de 5100 m<sup>3</sup> / h.
- 06 pompes de 32000m<sup>3</sup>/h chacune.

#### **I.4.1 Description et fonctionnement :**

L'usine est récente, elle est différente par certaines méthodes de fonctionnement. GL2/Z, possède six trains de liquéfaction qui travaillent en parallèle ; l'arrêt de l'un ou de l'autre n'influe pas sur la production des autres trains.

Le gaz naturel d'alimentation est distribué à chaque train par des réseaux de canalisation.

- Le débit total de GN est environ de 1500000 m<sup>3</sup> / h.
- Le débit moyen par train est de 250000 m<sup>3</sup> / h.



L'usine est composée de trois zones :

- Zone des utilités.
- Zone des procédés.
- Zone de stockage et de changement.

### **I.4.2 Zone des utilités :**

L'eau de mer est nécessaire absolue à l'usine pour ses besoins en énergie thermique et électrique elle est aussi utilisée comme refroidisseur des équipements de l'usine. La zone d'utilité est autonome et assure la fourniture de toutes ses utilités pendant le démarrage et la mise en marche des six trains de liquéfaction ainsi que toutes les installations de production. Elle assure la fourniture de toutes les utilités pendant le démarrage et la mise en marche des trains

#### **I.4.2.1 Installation d'alimentation en eau de mer :**

Elle comprend principalement :

- Une unité de chloration.
- Une station de pompage de l'eau de mer.
- Six dessaleurs avec un bac de stockage d'eau distillée.
- Le circuit d'eau potable (circuit fermé de refroidissement de l'eau)

##### **➤ Unité de chloration :**

Le bassin recevant de l'eau de mer est commun entre GL1 et GL2 d'une profondeur avoisinant les 13m la capacité varie selon les besoins quotidiens en eau. Le chlore est utilisé sous forme liquide dans des cylindres puis transformé en gaz grâce aux évaporateurs avant d'être dissous par les chlorations, la solution obtenue est injectée soit au niveau de la prise d'eau de mer soit au niveau du puis d'aspiration de chaque pompe.

Le système stocké est remplacé par un système d'électro chloration ce dernier se fait partie du projet de la révolution GL1, GL2.

### ➤ **Pompage :**

Une station de pompage est mise en service raccordé au bassin d'électrochimie, assurera l'alimentation pour l'usine. La distribution de L'EDM (eau de mer) au complexe GL2/Z est répartie comme suit :

- Pour refroidissement dans les unités de liquéfaction.
- Comme eau d'incendie dans le réseau d'incendie.
- Pour l'obtention de l'eau dessalée.

Une quantité d'environ 173400 m<sup>3</sup> / h est aspirée par six (06) pompes électriques la septième étant une turbopompe (pompe à vapeur). L'EDM est filtrée par un système de grille, rotatives avant usage pour éliminer tout objet (animaux marins, algues ...etc.).

### ➤ **Dessalement :**

Il y a cinq unité de dessalement identiques, produisent chacune environ 445 m<sup>3</sup>/ h, d'eau distillée à 2 ppm d'impuretés 2 ppm de solide dissous, le distillat est conduit vers un bac de stockage. Le but de section de dessalement est d'éliminer le maximum des sels conduit dans l'eau de mer. Cette élimination est obtenue par évaporation sous vide.

### ➤ **Circuit d'eau potable (refroidissement de l'eau douce)**

L'eau douce sert à refroidir toutes les pièces d'équipements ou l'eau de mer n'est pas désirée car elle est trop corrosive. L'eau utilisé est de l'eau dessillée refroidit par de l'eau de mer.

#### **I.4.2.2 Générateur d'électricité :**

La production d'électricité est assurée par trois générateurs, et une source de SONETGAZ la vapeur à 62 bars et 440 °C alimente les turbines constituées d'un système rotatif à raison de 3000 t/mn il y a transformation de l'énergie potentiel en énergie électrique.

#### **I.4.2.3 Production de l'air**

L'air est facteur essentiel pour la marche des équipements, il est produit à partir de l'air ambiant. Pour cela ils utilisent pour le comprimer deux compresseurs à moteurs et deux autres turbo compresseurs. Il existe un cinquième compresseur appelé compresseur de secours.

### I.4.2.4 Produit de l'azote liquide (N<sub>2</sub>)

Au niveau des utilités il existé une petite unité conçue pour la protection de l'azote liquide qu'on appelle unité d'azote. L'azote est utilisé pour l'inertiser des conduites et canalisation ainsi que les purge lors des travaux de réparation. L'unité d'azote est actuellement à l'arrêt, ils utilisent pour cela l'azote provenant de l'unité HÉLIOS et de l'azote industriel.

### I.4.3 Zone procédée :

La zone de procédé est constituée de six trains identiques fonctionnant en parallèle. Ils sont alimentés de GN qui provient de Hassi-R'mel à une pression de 46 bars et à des températures ambiante.

Chaque train est composé des sections suivantes :

- Démercurisation ; élimination Hg
- Décarbonatation ; élimination CO<sub>2</sub>
- Déshydratation ; élimination H<sub>2</sub>O
- Fractionnement des hydrocarbures
- La liquéfaction.

Le GN contient des hydrocarbures lourds et légers ainsi que des huiles, de l'eau, du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) de l'azote, de l'hélium (He) et de mercure (Hg).

**Section de traitement de gaz :** les composants du gaz naturel tels que le gaz carbonique, les vapeurs d'eau et les hydrocarbures lourds tendraient à se condenser et à solidifier à des basses températures mais supérieures à celle de la liquéfaction du gaz naturel (-162 C<sup>0</sup>) provoquant l'obstruction des tuyauteries et des équipements froids.

#### I.4.3.1 La Démercurisation :

Le Hg est très corrosif sur les équipements en Aluminium. La réaction démercurisation se passe au niveau de démercurisateur qui retient les traces de Mercure par adsorption moléculaire. Il contient un lit de billes d'alumine (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) recouverte d'une surface de cuivre (CuSO<sub>4</sub>).

#### I.4.3.2 La Décarbonatation :

Le gaz naturel entre dans une colonne à plateau (131E), le gaz circule vers le haut à contre-courant de la solution MEA. La solution pénétrant en haut de l'absorbeur s'enrichit en CO<sub>2</sub> au fur et à mesure qu'elle descend pour quitter la colonne sous forme de MEA riche. La teneur du gaz naturel en sortie de la colonne inférieure à 70ppm.

### **I.4.3.3 La Déshydratation :**

En quittant la section de décarbonatation, le GN saturé en eau pénètre dans les tubes de refroidissement (141C) où il sera refroidi à l'aide du propane liquide ce qui provoque la condensation d'une partie de la vapeur d'eau, et passe ensuite dans un ballon séparateur (141F) où l'eau de condensation est retenue et purgée. Le gaz pénètre ensuite dans deux des trois sécher, le 3<sup>ème</sup> étant en régénération et traverse les tamis moléculaires perdant progressivement son humidité.

### **I.4.3.4 Fractionnement des hydrocarbures :**

Est un processus de raffinage pétrolier qui utilise une colonne de distillation fractionnée à deux niveaux pour séparer les hydrocarbures en deux fractions principales, le gaz liquéfié et les distillats moyens. Ces fractions sont utilisées comme combustibles ou comme matières premières pour la production de produits chimiques.

### **I.4.3.5 La liquéfaction :**

Est un processus qui consiste à transformer un gaz en liquide. Dans le contexte du raffinage pétrolier, la liquéfaction est souvent utilisée pour transformer certains composants gazeux des hydrocarbures en liquides, comme c'est le cas pour la production de gaz liquéfié



**Figure 1.1** Zone de procédé

#### I.4.4 Zone de stockage et d'expédition :

Dans cette zone il existe deux bacs de 14 000 m<sup>3</sup> chacun pour la Gazoline, et trois bacs pour le stockage du gaz naturel liquéfier réceptionné de la production des trains, leurs capacité est de 100000 m<sup>3</sup> de GNL pour chaque bac. Le GNL est stocké à une température de  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  et pression atmosphérique légèrement égale à 1,03 bar. Le gaz naturel liquéfie et par suite charge à bord des méthaniers à l'aide de quatre motopompes d'un débit de 2500m<sup>3</sup>/ h chacune le GNL est déversé dans les cuves du navire par l'intermédiaire de quatre bars de chargement. La durée de changement dépend du méthanier.



Figure I .2Zone de stockage

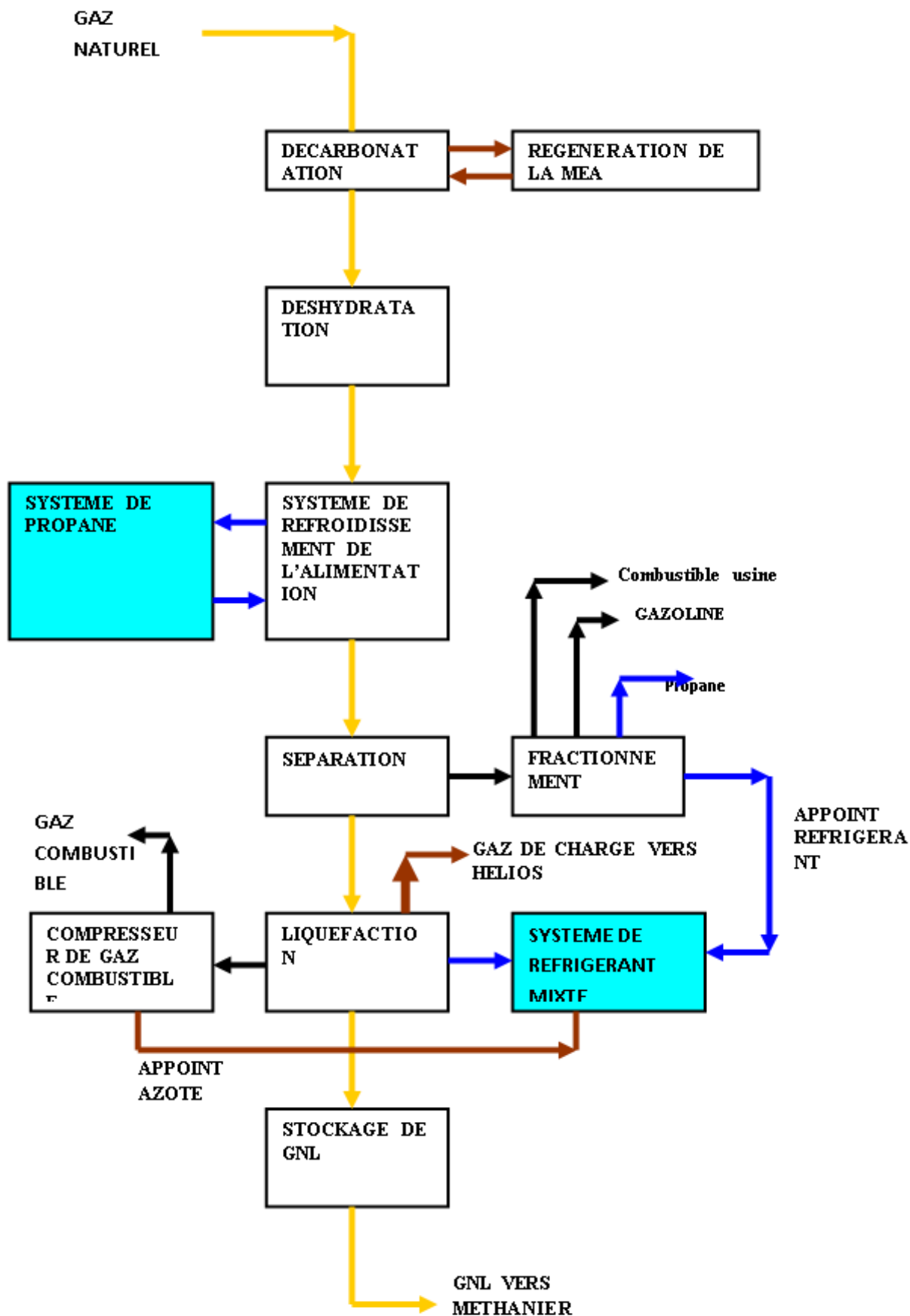


Figure 1.3 Organigramme du traitement du gaz naturel au complexe GL2/Z

## II. CHAPITRE II : LES GAZ A EFFET DE SERRE(GES)

### II.1 Généralités :

Qu'est-ce que l'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. On distingue deux types d'effet de serre (Naturel et Renforcé)[5]

#### ◆ L'effet de serre naturel :

Les gaz à effet de serre absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, par l'atmosphère elle-même du fait de la présence de ces mêmes gaz et par les nuages. Le rayonnement atmosphérique est émis dans toutes les directions, y compris vers la surface de la Terre. Ainsi, les gaz à effet de serre retiennent la chaleur dans le système surface troposphère. *C'est ce qu'on appelle l'effet de serre naturel.*

#### ◆ L'effet de serre renforcé :

L'accroissement de la concentration de gaz à effet de serre entraîne une plus grande opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et, par conséquent, un rayonnement effectif vers l'espace à partir d'une altitude plus élevée et à une température plus basse. Il en résulte un forçage radiatif, un déséquilibre qui ne peut être compensé que par une hausse de la température du système surface-troposphère. *C'est ce qu'on appelle l'effet de serre renforcé.*

### II.2 Les principaux gaz à effet de serre(GES)

▢ Le Dioxyde de carbone " CO<sub>2</sub> " qui est généré par la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole et ses dérivés, gaz) 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  $\text{CH}_4$  émis par l'élevage des bovins, les déjections animales et les cultures agricoles (riz), par la mise en décharges des déchets organiques. Son pouvoir sur l'effet de serre est de 28 fois celui du  $\text{CO}_2$ .

⊃ Le protoxyde d'azote «  $\text{N}_2\text{O}$  » 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 265 fois celui du  $\text{CO}_2$ .

⊃ Les gaz fluorés (HFC, PFC et  $\text{SF}_6$ ) sont utilisés dans la réfrigération et l'air conditionné, dans les mousses isolantes et les aérosols, l'industrie des semi-conducteurs et les appareils de transport d'électricité. Leur pouvoir de réchauffement va de 12 fois à 23 500 fois celui du  $\text{CO}_2$ . [6, 7]

### II.3 L'impact des gaz à effet de serre

Les activités humaines génèrent d'importants volumes de Gaz à effet de serre (GES) : gaz carbonique, issu de la combustion des énergies fossiles (pétrole, charbon...) ; méthane, provenant plutôt des activités agricoles ; protoxyde d'azote, émis par certains engrais ou par certains procédés chimiques ; gaz fluorés des climatiseurs...

L'effet de serre est un phénomène très sensible aux variations de la composition de l'atmosphère. L'augmentation des émissions de GES modifie cette composition, provoquant une augmentation de l'effet de serre.

Ce déséquilibre entraîne un réchauffement planétaire qui modifie les climats. [8]

#### II.3.1 Les prévisions pour 2100 :

Le dernier rapport du GIEC en 2021 présente plusieurs projections climatiques pour le 21ème siècle[9], basées sur différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. Voici quelques-unes des prévisions pour 2100 :

**-Augmentation de la température moyenne de la planète :** Selon les projections, la température moyenne de la planète devrait augmenter de  $1,5^\circ\text{C}$  à  $4,4^\circ\text{C}$  par rapport aux niveaux préindustriels d'ici 2100, en fonction des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.

**-Augmentation du niveau de la mer :** Les projections indiquent que le niveau de la mer continuera de monter au cours du 21ème siècle, avec une augmentation allant de 28 à 111 cm par rapport aux niveaux préindustriels, en fonction des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.



**-Changements dans les précipitations :** Les projections suggèrent que les précipitations devraient augmenter dans certaines régions et diminuer dans d'autres, avec une augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements pluvieux extrêmes dans de nombreuses régions.

**-Augmentation des événements climatiques extrêmes :** Les projections indiquent que les événements climatiques extrêmes, tels que les canicules, les tempêtes, les inondations et les sécheresses, devraient devenir plus fréquents et plus intenses dans de nombreuses régions.

Il est important de noter que ces projections sont basées sur différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et que les prévisions peuvent varier en fonction de l'ampleur des réductions d'émissions de gaz à effet de serre dans les prochaines décennies.

### **II.3.2 Impacts principaux :**

◇ Les glaciers et les calottes glaciaires continueront de fondre et risquent, pour certains de disparaître. L'eau de la fonte des glaciers alimente largement les réserves d'eau douce en surface et sous terre de nombreuses régions où elle est notamment un élément central de la vie de la faune, des systèmes d'irrigation et des réserves d'eau potable pour les populations.

Ainsi, les glaciers himalayens fondent à un rythme accéléré et on craint leur disparition si les températures continuent d'augmenter et les précipitations de diminuer dans cette région du monde ; plus de deux milliards d'hommes dépendent directement des sept grands fleuves asiatiques alimentés par les glaciers himalayens, et risquent à terme de manquer d'eau.

◇ La diminution des ressources en eau va très sensiblement frapper un certain nombre de régions : en effet, fort niveau de précipitation dans les hautes latitudes, niveau réduit de précipitation dans les latitudes moyennes et basses, les ressources en eau diminueront dans les régions sèches des latitudes moyennes et tropicales. Vont ainsi souffrir l'Ouest des USA, l'Afrique Australe, le Nord Est du Brésil.

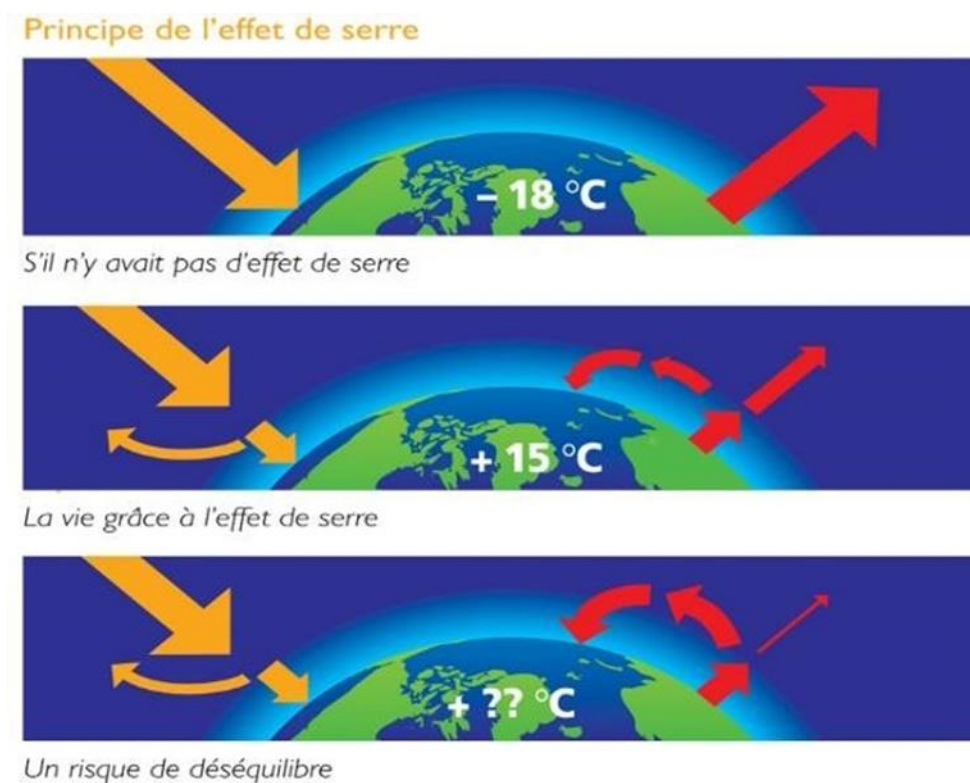
◇ Les sécheresses, les terres incultivables entraînent des migrations. Peut-être des conflits régionaux. [10]

◇ Les conséquences sanitaires : baisse de la mortalité due au froid dans les hautes latitudes, mais risque accru de mortalité due à la chaleur dans les autres zones, surtout risque accru de pénurie d'aliments et d'eau et de malnutrition, de maladies d'origine hydrique et alimentaire, effets sanitaires liés à la migration. Une extension des zones de propagation de

certaines maladies à vecteurs, comme le paludisme ou la dengue dans des régions préservées est à craindre. [11]

◇ L'élévation du niveau de la mer va faire souffrir les basses terres littorales, en Afrique, les petites Îles ou des pays comme le Bangladesh, ce qui laisse promettre un très grand nombre de migrations ; les grands deltas côtiers asiatiques et Africains vont être touchés par l'élévation du niveau de la mer ; en effet, au Bangladesh c'est 12 % du territoire qui est menacé par cette élévation du niveau de la mer. Il faut ajouter les ondes de tempêtes, et les inondations fluviales comme facteur de risque naturel et cause de migration.

Pour les petites îles, l'élévation du niveau de la mer devrait intensifier les inondations, les ondes de tempête, l'érosion et d'autres phénomènes côtiers dangereux, menaçant l'infrastructure, les établissements humains et les installations vitales pour les populations insulaires.[12]



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

## **II.4 Principales méthodes pour réduire la teneur de GES (industrie) :**

Il existe plusieurs méthodes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, en particulier dans le milieu industriel[13]. Voici quelques exemples :

### **II.4.1 L'efficacité énergétique :**

En améliorant l'efficacité énergétique des processus industriels, on peut réduire la quantité d'énergie nécessaire pour produire une unité de produit, ce qui réduit également les émissions de gaz à effet de serre.

### **II.4.2 Les énergies renouvelables :**

Le remplacement des sources d'énergie fossiles par des énergies renouvelables (comme l'énergie solaire, éolienne ou hydraulique) réduit considérablement les émissions de gaz à effet de serre.

### **II.4.3 La capture et le stockage de carbone :**

Cette technologie permet de capturer les émissions de gaz à effet de serre produites par les processus industriels et de les stocker dans des réservoirs géologiques ou dans des formes solides.

### **II.4.4 Les pratiques de gestion environnementale :**

L'adoption de pratiques de gestion environnementale, telles que la réduction des déchets et la limitation des émissions de gaz à effet de serre, peut aider à réduire l'impact environnemental des activités industrielles.

### **II.4.5 Les normes et réglementations environnementales :**

Les gouvernements peuvent imposer des normes et réglementations environnementales pour limiter les émissions de gaz à effet de serre dans le milieu industriel.

Vu les différents impacts de l'effet de serre des conventions ont signé et une réglementaire a été établi régissant les gaz à effet de serre à l'échelle international, national et qui seront cité en Annexe B

## CHAPITRE III : Les gaz à effet de serre au niveau du complexe GNL2/Z

### III.1 Les principaux gaz à effet de serre (GES) au niveau du complexe GL2Z

Les principaux gaz à effet de serre (GES) émis par le complexe GL2Z sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Le CO<sub>2</sub> est émis lors de la combustion de combustibles fossiles pour fournir de l'énergie au processus de liquéfaction du gaz naturel. Le CH<sub>4</sub> est émis lors de la production, du transport et de la manipulation du gaz naturel liquéfié, car le gaz naturel contient une quantité importante de méthane. L'oxyde nitreux est également émis lors de la combustion de combustibles fossiles et peut être produit lors de la décomposition des matières.

### III.2 Les sources d'émissions des gaz à effet de serre (GES) au niveau du complexe GL2Z

Les sources propres et contrôlées par les sites de production notamment :

#### III.2.1. Source directe :

- Emissions provenant des opérations liées aux procédés.
- Emissions liées à la production électrique locale.
- Émissions provenant des infrastructures/opérations de sécurité et transport engins/voitures.[14]

Les émissions de GES sont classées selon les méthodes d'évaluation GIEC 2019 et le Référentiel SH.

SOURCE DIRECTE	<b>Combustion Stationnaire</b>	Les résultats de combustion du fuel gaz/GN dans nos Turbines à gaz, chaudières, fours
	<b>Combustion Mobile</b>	Les résultats de combustion des carburants par des équipements Statiques
	<b>Emission Fugitives</b>	Emission dues aux torchages, ventilation et les fuites involontaires des équipements (pompes, joint)

### III.2.2. Source indirecte :

Cette catégorie comprend les émissions des GES provenant de l'importation de l'électricité, de vapeur, d'eau déminéralisée achetée à SONELGAZ et KAHRAMA et consommée par le Complexe GL2Z.[14]

SOURCE INDIRECTE	Achat de l'électricité, eau, vapeur, eau de refroidissement
---------------------	---

### Remarque

Les émissions de GES (non considéré)

Il s'agit des émissions produites le long de la chaîne de valeur, en amont et en aval de l'activité des Complexe (par exemple les fournisseurs et les clients).

## III.3 Méthodes de calcul des gaz à effet de serre

### III.3.1 Introduction

L'approche méthodologique simple la plus générale consiste à combiner les informations sur l'étendue des activités (appelées **données sur les activités ou DA**) avec les coefficients qui quantifient les émissions ou les absorptions par unité d'activité. Ceux-ci sont appelés **facteurs d'émission (FE)**. Dès lors, l'équation de base est :

$$\text{Emissions} = \text{DA} \cdot \text{FE}$$

Par exemple, dans le secteur de l'énergie, la consommation de combustible constituerait une donnée sur les activités, et la masse de dioxyde de carbone émise par unité de combustible consommé serait un facteur d'émission.

Afin de calculer les **émissions totales en équivalent-CO<sub>2</sub>** pour chaque gaz à effet de serre, il convient de multiplier le résultat obtenu ci-dessus par le « Pouvoir de Réchauffement Global (**PRG**) » du gaz concerné. [15]

Les PRG donnés par le 5ème rapport d'évaluation du **GIEC** (AR5,) et utilisés pour le présent référentiel sont donné comme suit :

**Tableau III.1** Le pouvoir de réchauffement global des gaz à effet de serre. [16]

Désignation	Formule chimique	PRG à 100 ans AR5
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	1
Méthane	CH <sub>4</sub>	28
Protoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O	265

$$\text{Emissions Totales (éq-CO}_2\text{)} = \text{émission CO}_2 \times 1 + \text{émission CH}_4 \times 28 + \text{émission N}_2\text{O} \times 265$$

**Remarque :** Concernant les données d'activité (**DA**) pour la combustion, il s'agit généralement de quantités de combustible.

### III 3.2. Choix des facteurs d'émission (FE)

En général, tous les facteurs d'émission (notamment les valeurs du Niveau 1 et 2 doivent être **régulièrement réaffirmés ou actualisés**. La fréquence à laquelle ces mises à jour sont réalisées devrait être proportionnelle au rythme auquel les nouvelles technologies, les pratiques et les normes et d'autres facteurs pertinents (par ex, les changements de type d'activités liées au pétrole et au gaz, l'ancienneté des champs d'exploitation et des installations, etc.) pénètrent l'industrie. Dans la mesure où les nouveaux facteurs d'émission élaborés de cette manière représentent des changements réels au sein de l'industrie, ils ne devraient pas être appliqués rétrospectivement dans la série temporelle.

Les deux plus célèbres et fiables sur ce sujet qui maintiennent un rapport mis à jour régulièrement seraient : API et GIEC.

#### III 3.2.1. GIEC :

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade.

**Facteur d'émission du GIEC :**

Les facteurs d'émissions utilisés pour les estimations des GES pour les émissions imputables à la combustion au niveau des sources fixes et mobiles (en Kg/Tj) sont donnés comme suit :

**Tableau III.2** Les facteurs d'émissions utilisés pour les estimations des GES du GIEC

Combustible	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
GN	56100	1	0,1
Gazde raffinerie	57600	1	0,1
Gasoil	74100	3	0,6
Essence	69300	3	0,6
GPL/C	63100	1	0,1

Pour le torchage (Gg/10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup>), les facteurs d'émission sont donnés comme suit :

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Facteurs	2	0,012	0,000023

**III 3.2.2. API :**

L'American Petroleum Institute (API) est une organisation professionnelle représentant l'industrie pétrolière et gazière aux États-Unis. Elle établit des normes pour les équipements et les matériaux utilisés dans l'industrie et mène des recherches, fournit des programmes de formation et de certification, et plaide en faveur de l'industrie sur les questions de politique publique. Elle compte plus de 600 membres, dont des grandes compagnies pétrolières et gazières, ainsi que des petits producteurs et fournisseurs indépendants.

**FE de l'API :**

**Tableau III.3** Les facteurs d'émissions utilisés pour les estimations des GES de l'API

	FE (CO <sub>2</sub> )	FE (CH <sub>4</sub> )	FE (N <sub>2</sub> O)
<b>Combustion</b>	Tonnes CO <sub>2</sub> /thermie	Tonnes CH <sub>4</sub> /Thermie	Tonnes N <sub>2</sub> O/Thermie
Four et chaudières	2,09*10 <sup>-4</sup>	3,77 *10 <sup>-9</sup>	1,13 *10 <sup>-9</sup>
Diesel	2,95*10 <sup>-4</sup>	1,26 *10 <sup>-8</sup>	5,25*10 <sup>-11</sup>
Torche	2,09*10 <sup>-4</sup>	3,97 *10 <sup>-9</sup>	3,97 *10 <sup>-10</sup>
Moteur essence	2,83*10 <sup>-4</sup>	1,19 *10 <sup>-8</sup>	2,38 *10 <sup>-9</sup>
GPL	2,51*10 <sup>-4</sup>	1,19 *10 <sup>-8</sup>	2,38 *10 <sup>-9</sup>

**III 3.3. Conversion des facteurs d'émissions sur des bases calorifiques inférieures vers des facteurs d'émission pour des bases calorifiques supérieures**

L'ensemble des facteurs d'émission donnés par le GIEC sont estimés sur des bases calorifiques nettes ou inférieures Concernant les hydrocarbures algériens, les pouvoirs calorifiques donnés par la Décision n°272 du 27 décembre 2012 sont sur une base calorifique supérieure et il est par conséquent nécessaire, soit de convertir les pouvoirs calorifiques en PCI soit de convertir les facteurs d'émissions à utiliser pour l'estimation des émissions (cas des émissions dues à la combustion) comme suit :

*Pour les Hydrocarbures liquides et solides :*

$$FE_{PCI} = FE_{PCS} \times \left( \frac{1-0.05}{1} \right)$$

*Pour les Hydrocarbures gazeux :*

$$FE_{PCI} = FE_{PCS} \times \left( \frac{1-0.1}{1} \right)$$

**III.4 .Evaluation de la teneur :**

L'évaluation de la teneur des émissions de gaz à effet de serre (GES) est une mesure importante pour comprendre l'impact des activités humaines sur le changement climatique. Les émissions de GES sont mesurées en tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>eq), qui est une unité qui prend en compte la capacité de différents gaz à retenir la chaleur dans l'atmosphère par rapport au CO<sub>2</sub>.



**Tableau III.4** les émissions de gaz à effet de serre du juin dans le complexe GL2/Z

	Empreinte carbone	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Sources d'émission de GES	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub>	tCH <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O
Combustion Sources Stationnaires	127 788,46	126 589,21	9,09	3,261
Rejets gazeux (gaz torchés)	20,47	20,32	0,001	0,000
Combustion Sources Mobiles	29 803,74	25 969,04	148,23	0.13*10 <sup>-3</sup>
Gaz Events	1 237,23	1 062,28	7	0
Sources Indirectes	3 110,52	3 080,40	0.23	0.08
<b>Total complexe</b>	<b>162224.32</b>	<b>156 721,27</b>	<b>164.55</b>	<b>3.34</b>

**Tableau III.5** les émissions de gaz à effet de serre du juillet dans le complexe GL2/Z

	Empreinte carbone	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Sources d'émission de GES	Tonnes CO <sub>2</sub> Eq	tCO <sub>2</sub>	tCH <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O
Combustion Sources Stationnaires	153 490.66	152 004.55	11.25	4.04
Combustion Sources Mobiles	18587	18442	0.76	0.42*10 <sup>-3</sup>
Rejets gazeux (gaz torchés)	16 254.37	14 065.50	84.76	0.23
Gaz événements	1 868.13	1 722.54	5.82	0.00
Sources Indirectes	3 110.52	3 080.40	0.23	0.08
<b>Total complexe</b>	<b>177621.1572</b>	<b>170 891.43</b>	<b>102.82</b>	<b>4.36</b>

### III. 4. Les causes dans le cas où la teneur des GES est élevée :

En résumé, la teneur élevée en GES dans un complexe gazier est souvent due à une combinaison de facteurs liés aux activités d'extraction, de production, de traitement, de transport et d'utilisation du gaz naturel.

Les causes possibles d'une teneur élevée en gaz à effet de serre (GES) dans un complexe de liquéfaction de gaz peuvent inclure Tableau III 4 et 5 :

- **Les fuites de gaz :** les fuites de gaz dans les équipements de production et de stockage peuvent entraîner une augmentation de la concentration de GES dans l'air.
- **La combustion de carburant :** la combustion de carburant pour alimenter les équipements de production peut également produire des émissions de GES, telles que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>).
- **Les procédés de production :** les procédés de production eux-mêmes peuvent être une source d'émission de GES, en particulier si des procédés de liquéfaction à haute énergie sont utilisés.

- **Les émissions fugitives** : les émissions fugitives, telles que les émissions de gaz de purge et les émissions de gaz de combustion, peuvent également contribuer à une concentration élevée de GES dans l'air.
- **Les pratiques de gestion** : les pratiques de gestion, telles que la maintenance inadéquate des équipements et la mauvaise gestion des déchets, peuvent également contribuer à une concentration élevée de GES dans l'air

**Tableau III.6 : Sources Fixes d'émissions GES**

Sources de combustion : sources fixes				
Equipements	Nombre	Localisation	Fonctionnement	Rejets
Chaudières procès (03 chaudières par train)	6	Procès train (500/600)	Equipements à l'arrêt	Gaz et fumées de combustion
Chaudières IHI 400 T/h	2	Procès (train 100/200)	Fonctionnelles	
Chaudières ABB 400T/H	4	Procès (Zone chaudières)	Fonctionnelles	
Moto pompe incendie diesel	1	Pomperiez anti incendie	Non utilisée Test de fonctionnement hebdomadaire	Gaz et fumées de combustion
Groupe électrogène	1	Utilités	Non utilisée Test de fonctionnement hebdomadaire	Gaz et fumées de combustion

**Tableau III.7: Sources fugitives d'émissions GES**

Emissions fugitives				
Equipements	Nombre	Localisation	Fonctionnement	Rejets
Torche chaude	1	Zone torches et brulot	Fonctionnelle	Gaz et fumées de combustion
Torche froide	1		Fonctionnelle	
Torche boil off	1		Fonctionnelle	
Torche retour méthanier	1		Fonctionnelle	
Brulot	1		Fonctionnel	
Events Colonnes de régénération MEA	06 (01 colonne par train)	Process – décarbonatation	Fonctionnelle	CO <sub>2</sub> extrait de la solution MEA

## **CHAPITRE IV : Les approches méthodologiques utilisées pour l'estimation de l'émission des GES**

### **IV.1. La méthode facteur d'émission**

Pour une entreprise il est rarement possible de mesurer directement les émissions de gaz à effet de serre générées par une activité donnée. Un calcul est donc nécessaire, faisant intervenir un facteur d'émission, ce facteur est utilisé pour transformer les données d'activité physique en une quantité d'émissions de gaz à effet de serre.

#### **IV.1.1. Données d'activités**

Les données d'activités sont des valeurs mesurables des activités. La phase de collecte des données est une tâche très importante qui demande la mobilisation des chefs de cette organisation et les services détenteurs de l'information aussi la phase la plus chronophage. La démarche de collecte des données d'activité doit être vérifiable et représentative des activités au sein des périmètres choisis.

Exemple de donnée d'activité :

- La composition de la matière première ;
- La quantité d'une matière première consommée durant l'année observée ;
- Les pouvoirs calorifiques inférieure et supérieure de la matière première de la période considérée
- La masse volumique de la matière première consommée durant l'année observée.

#### **IV.1.2. Facteur d'émission**

C'est la masse du polluant ou de GES émise par unité d'activité produite. Un facteur d'émission est le coefficient permettant de convertir les données d'activité en émissions de GES

. C'est le taux d'émission moyen d'une source donnée, par rapport aux unités d'activité ou aux processus Les facteurs d'émissions ont été calculés grâce à des études pilotées par différents organismes tel qu'on trouve sur les publications du GIEC, API Ces facteurs d'émissions nous pouvons les trouver dans les documents fournisseurs ou bien dans le référentiel GES de SONATRACH, qui s'est inspiré de la base des données du GIEC et API

Il faut s'assurer que les facteurs utilisés sont :

- D'origines reconnues justifiées sous réserve de secret commercial ;
- Appropriés à la source de GES étudié ;
- A jour au moment de la quantification.

#### **IV.1.3. Les niveaux de la méthode facteur d'émission**

Un niveau représente un niveau de complexité méthodologique. En règle générale, trois niveaux sont fournis.

Le niveau 1 est la méthode de base, le niveau 2 la méthode intermédiaire et le niveau 3 la méthode la plus exigeante en termes de complexité et de données requises. Les niveaux 2 et 3 sont quelquefois appelées méthodes de niveau supérieur et sont généralement considérées comme plus exacte.[17]

##### **❖ NIVEAU 1**

La méthode de Niveau 1 se base sur le type de combustible, étant donné que les émissions imputables à toutes les sources de combustion peuvent être estimées sur base des quantités de combustibles brûlés (généralement obtenues grâce aux statistiques nationales de l'énergie) et les FE moyens par défaut. Des FE de Niveau 1 sont disponibles pour tous les GES. La qualité de ces FE varie selon les gaz.

##### **❖ NIVEAU 2**

Dans la méthode de Niveau 2, les émissions imputables à la combustion sont estimées sur la base de statistiques similaires à la méthode de Niveau 1, mais les FE spécifiques au pays sont utilisés. Les FE spécifiques au pays pouvant varier selon les différents combustibles, les technologies de combustion ou même les usines individuelles.

##### **❖ NIVEAU 3**

Dans les méthodes de Niveau 3, des modèles d'émissions détaillés, des mesures et des données détaillées au niveau de l'usine individuelle sont utilisés. Appliqués de manière appropriée, ces modèles et ces mesures donnent de meilleures estimations, surtout pour les gaz à effet de serre autres que le CO<sub>2</sub>, bien que cela exige plus d'informations détaillées et plus d'effort.

#### IV.2. Méthode de calcul :

Avant de calculer les émissions du GES on doit avant convertir les quantités du standard mètre cube (Sm<sup>3</sup>) au contrat mètre cube (Cm<sup>3</sup>)

Exemple :

L'unité	Les donnés
Quantité (Sm <sup>3</sup> ) * 10 <sup>3</sup>	828.8
Quantité (Cm <sup>3</sup> ) * 10 <sup>3</sup>	818.0

$$1 \text{ Sm}^3 \rightarrow 0.9869 \text{ Cm}^3$$

$$828.8 \text{ Sm}^3 \rightarrow X$$

$$X = (828.8 * 0.9869) / 1$$

$$X = 818.0 \text{ Cm}^3$$

#### Remarque :

Cette méthode est obligatoire pour tous les combustibles sauf la combustion de l'essence, diesel (gasoil) et les gaz ventilés.

-Pour les gaz ventilés on a les quantités de la consommation en standard mètre cube (Sm<sup>3</sup>) on doit la convertir au normal mètre cube (Nm<sup>3</sup>)

-Maintenant après la conversion on va convertir du Cm<sup>3</sup> au thermie. on va utiliser les PCS donnés par GIEC

#### IV.2.1.GIEC :

Pour transformer la quantité de consommation du combustible en énergie thermique on doit multiplier avec le PCS correspondant au combustible.

**Tableau IV.1** PCS donner par GIEC

Combustible	PCS (Th/Cm3)	Combustible	PCS (Th/T)
GN	9,348	Essence	11137.8
Fuel gaz	8,39	Diesel	10810.9

Pour la consommation du GN et de Fuel gaz on vas utiliser le PCS (GN)= 9.3 Th/Cm3 en équivalent gaz naturel.

#### Remarque :

La consommation du fuel gaz et Volume de gaz torchés on était transformer en équivalent gaz naturel avec la méthode suivant :

$$Q \text{ (fuel gaz) en } \text{éq GN} = [Q \text{ (fuel gaz)} * \text{PCS (fuel gaz)}] / \text{PCS (gaz naturel)}$$

#### Exemple :

L'unité	Les donnés
Contrat mètre cube (Cm <sup>3</sup> ) * 10 <sup>3</sup>	818.0
Energie Thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	7607.1

$$E \text{ (Th)} = Q \text{ (Cm}^3\text{)} * \text{PCS (GN)} = 818.0 * 9.3 = 7607.1 \text{ Th}$$

- Pour le l'essence on a la consommation en tonne pour la convertir à l'énergie (Th) on utilise le PCS du l'essence (11137.76 Th/tonne) :

L'unité	Les donnés
Quantité en tonne * 10 <sup>3</sup>	4.5
Energie thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	50565.4

$$E \text{ (Th)} = Q \text{ en tonne} * \text{PCS essence} = 4.5 * 11137.76 = 50565.4 \text{ Th}$$

- Pour le diesel on a la consommation en tonne pour la convertir à l'énergie (Th) on utilise le PCS du diesel (10810.92 Th/tonne) :

L'unité	Les donnés
Quantité en tonne * 10 <sup>3</sup>	1.9
Energie thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	20432.64

$$E \text{ (Th)} = Q \text{ en tonne} * \text{PCS diesel} = 1.9 * 10810.92 = 20432.64 \text{ Th}$$

-maintenant après transformer toutes les quantités en thermie on va commencer à calculer les quantités en tonne en équivalent CO2 pour toutes les combustions

Avant de commencer on va transformer tout le tableau du (Kg/Tj) au (tonne/Th

**Facteur d'émission (GIEC) :**

**Tableau IV.2**Facteur d'émission (GIEC)

Les gaz	GN		Diesel		Essence	
	En (Kg/Tj)	En (tonne/Th)	En (Kg/Tj)	En (tonne/Th)	En (Kg/Tj)	En (tonne/Th)
CO <sub>2</sub>	56100	2.348*10 <sup>-4</sup>	74100	3,10*10 <sup>-4</sup>	69300	2,90*10 <sup>-4</sup>
CH <sub>4</sub>	1	4.2 *10 <sup>-9</sup>	3	1,256*10 <sup>-8</sup>	3	1,256*10 <sup>-8</sup>
N <sub>2</sub> O	0.1	4.2 *10 <sup>-10</sup>	0,6	2,5121*10 <sup>-9</sup>	0,6	2,5121*10 <sup>-9</sup>

**Exemple :**

$$\text{FE du CO}_2 \text{ dans GN (Kg/Tj)} = 56100 * 4186799.94 / (10^3 * 10^{12}) = 2.348 * 10^{-4}$$

**Remarque :**

Les FE du CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O sont identique pour les consommations du GN, Fuel gaz et Volume de gaz torchés car ces quantités sont en équivalent gaz naturel.

Maintenant pour calculer les émissions des GES on va passer par 2 étapes :

**Etape 1**

$$\text{Emissions} = \text{DA} \cdot \text{FE}$$

Exemple : on va prendre les données de Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs pour le mois de janvier.

Quantité d'énergie (DA) : 7607,1\*10<sup>3</sup> thermie

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
FE	2,3*10 <sup>-4</sup>	4,2*10 <sup>-9</sup>	4,2*10 <sup>-10</sup>
quantité en tonne *10 <sup>3</sup>	1,787	3,2*10 <sup>-5</sup>	3,2*10 <sup>-6</sup>

**Etape2**

$$\text{Emissions Totales (éq-CO}_2) = \text{émission CO}_2 \times 1 + \text{émission CH}_4 \times 28 + \text{émission N}_2\text{O} \times 265$$

$$\text{Emissions Totales (éq-CO}_2) = (1,787 * 10^3) * 1 + (3,2 * 10^{-2}) * 28 + (3,2 * 10^{-3}) * 265$$

$$\text{Emissions Totales (éq-CO}_2) = 1.8 * 10^3 \text{ tonne éq CO}_2$$



**IV.2.1.a) : Combustion stationnaire :**

• **Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs :**

Les chaudières ABB utilisées dans le système GL2/Z de Sonatrach nécessitent du gaz naturel comme combustible pour produire de la chaleur. Les allumeurs sont des dispositifs utilisés pour allumer le gaz dans la chambre de combustion de la chaudière.

**Tableau IV.3** Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs (GIEC)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> en GN	828,8	1059,1	1427,4	1841,8	1427,4	1519,5	2003,0	2141,1	1933,9	1427,4	1381,4	1611,6	18602,6
	10 <sup>3</sup> Cm <sup>3</sup> en GN	818,0	1045,2	1408,7	1817,7	1408,7	1499,6	1976,8	2113,1	1908,6	1408,7	1363,3	1590,5	18358,9
	103 thermie	7607,1	9720,2	13101,1	16904,7	13101,1	13946,4	18383,8	19651,7	17749,9	13101,1	12678,7	14791,6	170737,5
CO2	facteur d'emission GIEC	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,787	2,28	3,1	4,0	3,1	3,3	4,3	4,6	4,2	3,1	3,0	3,5	40,1
CH4	facteur d'emission GIEC	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	3,2E-05	4,1E-05	5,5E-05	7,1E-05	5,5E-05	5,8E-05	7,7E-05	8,2E-05	7,4E-05	5,5E-05	5,3E-05	6,2E-05	7,1E-04
N2O	facteur d'emission GIEC	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	3,2E-06	4,1E-06	5,5E-06	7,1E-06	5,5E-06	5,8E-06	7,7E-06	8,2E-06	7,4E-06	5,5E-06	5,3E-06	6,2E-06	7,1E-05
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,79	2,29	3,08	3,97	3,08	3,28	4,32	4,62	4,17	3,08	2,98	3,48	40,14

La consommation de fuel gaz des chaudières ABB et IHI dans le système GL2/Z de Sonatrach dépend de plusieurs facteurs, tels que la capacité de la chaudière, la charge de la chaudière, le rendement de combustion, la température de l'eau d'alimentation et la température ambiante.

**Tableau IV.4** Consommation de Fuel gaz ABB et IHI au niveau de la chambre de combustion (GIEC)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> en GN	37699,8	28463,8	51114,7	70043,4	53576,3	62404,9	74903,6	78119,1	82996,9	86537,3	64809,6	69204,8	759874,2
	10 <sup>3</sup> Cm <sup>3</sup> en GN	37205,9	28090,9	50445,1	69125,8	52874,4	61587,4	73922,4	77095,8	81909,6	85403,6	63960,6	68298,3	749919,8
	103 thermie	346015,0	261245,5	469139,5	642869,9	491732,0	572763,2	687478,1	716990,6	761759,3	794253,8	594833,5	635173,9	6974254,4
CO2	facteur d'emission GIEC	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	81,3	61,4	110,2	151,0	115,5	134,5	161,5	168,4	178,9	186,6	139,7	149,2	1638,1
CH4	facteur d'emission GIEC	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,4E-03	1,1E-03	2,0E-03	2,7E-03	2,1E-03	2,4E-03	2,9E-03	3,0E-03	3,2E-03	3,3E-03	2,5E-03	2,7E-03	2,9E-02
N2O	facteur d'emission GIEC	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,4E-04	1,1E-04	2,0E-04	2,7E-04	2,1E-04	2,4E-04	2,9E-04	3,0E-04	3,2E-04	3,3E-04	2,5E-04	2,7E-04	2,9E-03
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	81,35	61,42	110,30	151,14	115,61	134,66	161,63	168,57	179,10	186,74	139,85	149,33	1639,70

• **Consommation de gas-oil :**

Les pompes incendie diesel et les groupes électrogènes sont souvent équipés de moteurs diesel, qui utilisent du gasoil comme carburant. La consommation de gasoil varie en fonction de la capacité et de la charge de ces équipements, ainsi que de leur efficacité énergétique.

Les pompes incendie diesel sont des équipements critiques pour la sécurité incendie sur les sites industriels, et leur consommation de gasoil est généralement optimisée pour assurer leur disponibilité en cas d'urgence tout en minimisant les coûts d'exploitation. Les groupes électrogènes sont utilisés pour fournir de l'électricité de secours en cas de panne de courant, et leur consommation de gasoil est optimisée pour réduire les coûts d'exploitation tout en garantissant une source fiable d'alimentation électrique.

**Remarque :**

Dans l'année 2022 La pompe incendie diesel et le groupe électrogène a été hors service donc les données d'activité a été nul

**IV.2.1.b) : Combustion mobile :**

Les véhicules utilisés sur le complexe GL2/Z de Sonatrach, tels que les voitures, les camions et les véhicules tout-terrain, sont généralement équipés de moteurs à combustion interne qui utilisent de l'essence et gas-oil comme carburant. La consommation d'essence varie en fonction de la puissance et de la charge du moteur, ainsi que de son efficacité énergétique.

• **Consommation d'essence :**

**Tableau IV.5 Consommation d'essence (GIEC)**

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	tonne	4,54	4,74	4,721	4,721	3,39	4,84	4,16	6,02	4,29	3,8	4,43	4,1	53,752
	thermie	50565,437	52792,989	52581,372	52581,372	37757,011	53906,765	46333,088	67049,324	47780,997	42323,493	49340,283	45664,822	598676,95
CO2	facteur d'emission GIEC	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901	0,0002901
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	14,671321	15,317634	15,256235	15,256235	10,955017	15,640791	13,443325	19,454042	13,863429	12,27996	14,315848	13,249431	173,70327
CH4	facteur d'emission GIEC	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	0,0006351	0,0006631	0,0006604	0,0006604	0,0004742	0,0006771	0,000582	0,0008422	0,0006001	0,0005316	0,0006197	0,0005736	0,0075196
N2O	facteur d'emission GIEC	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09	2,512E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	0,000127	0,0001326	0,0001321	0,0001321	9,485E-05	0,0001354	0,0001164	0,0001684	0,00012	0,0001063	0,0001239	0,0001147	0,0015039
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	14,722766	15,371345	15,30973	15,30973	10,993431	15,695635	13,490464	19,522257	13,912041	12,32302	14,366047	13,29589	174,31236

• **Consommation de gas-oil :**

**Tableau IV.6** Consommation de gas-oil (GIEC)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	tonne	1,89	1,76	1,866	1,866	1,61	1,54	1,64	1,59	1,79	1,82	1,76	1,7	20,832
	thermie	20432,6382	19027,2186	20173,1761	20173,1761	17405,5807	16648,8163	17729,9083	17189,3623	19351,5462	19675,8738	19027,2186	18378,5635	225213,079
CO2	facteur d emission GIEC	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024	0,00031024
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	6,33906	5,90304	6,258564	6,258564	5,39994	5,16516	5,50056	5,33286	6,00366	6,10428	5,90304	5,7018	69,870528
CH4	facteur d emission GIEC	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08	1,256E-08
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	0,00025664	0,00023899	0,00025338	0,00025338	0,00021862	0,00020912	0,00022269	0,00021591	0,00024306	0,00024714	0,00023899	0,00023084	0,00282877
N2O	facteur d emission GIEC	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09	2,5121E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	5,1328E-05	4,7798E-05	5,0677E-05	5,0677E-05	4,3724E-05	4,1823E-05	4,4539E-05	4,3181E-05	4,8613E-05	4,9427E-05	4,7798E-05	4,6168E-05	0,00056575
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	6,35984801	5,92239815	6,27908804	6,27908804	5,41764831	5,18209838	5,51859827	5,35034833	6,02334812	6,12429809	5,92239815	5,72049821	70,0996581

**IV.2.1.c) Les émissions fugitives :**

Les émissions fugitives peuvent inclure des gaz torchés et des gaz ventilés, ainsi que des fuites fugitives provenant d'équipements de production, de pipelines, de réservoirs, de vannes, de compresseurs et de pompes

• **Volume de gaz torché :**

Les gaz torchés sont des gaz brûlés à la flamme d'une torche, généralement pour des raisons de sécurité ou d'opération. Les gaz torchés peuvent inclure des gaz naturels, des gaz de pétrole liquéfié (GPL) et des gaz de raffinerie.

Les gaz torchés peuvent être émis lors de la maintenance des équipements, de la mise en service des pipelines, de la production de pétrole et de gaz

**Tableau IV.7** Volume de gaz torché (GIEC)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> en GN	6761,2	11297,5	22985,3	8789,4	6699,3	12973,8	9060,9	8200,9	5831,8	4234,9	3216,4	10602,7	110654,1
	103 Cm <sup>3</sup> en GN	6672,6	11149,5	22684,2	8674,3	6611,6	12803,8	8942,2	8093,5	5755,4	4179,4	3174,3	10463,8	109204,6
	103 thermie	62055,6	103690,2	210963,0	80670,6	61487,4	119075,6	83162,5	75269,2	53525,6	38868,7	29520,7	97313,4	1015602,4
CO2	facteur d emission GIEC	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04	2,3E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	14,6	24,4	49,6	18,9	14,4	28,0	19,5	17,7	12,6	9,1	6,9	22,9	238,5
CH4	facteur d emission GIEC	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09	4,2E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	2,80E-04	4,34E-04	8,83E-04	3,38E-04	2,57E-04	4,99E-04	3,48E-04	3,15E-04	2,24E-04	1,63E-04	1,24E-04	4,07E-04	4,25E-03
N2O	facteur d emission GIEC	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10	4,2E-10
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	2,60E-05	4,34E-05	8,83E-05	3,38E-05	2,57E-05	4,99E-05	3,48E-05	3,15E-05	2,24E-05	1,63E-05	1,24E-05	4,07E-05	4,25E-04
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	14,58	24,37	49,58	18,96	14,45	27,98	19,54	17,69	12,58	9,13	6,94	22,87	238,66

- **Volume des gaz ventilés :**

Les gaz ventilés sont des gaz émis directement dans l'atmosphère, sans traitement ou récupération. Les gaz ventilés peuvent inclure des gaz de combustion, des gaz de purge, des gaz de pression, des gaz de décantation et des gaz de séparation. Les gaz ventilés peuvent être émis lors de la mise en service des équipements, de la purge des lignes de gaz, de la maintenance des équipements et de la production de pétrole et de gaz.

**Tableau IV.8 :** Volume des gaz ventilés (GIEC)

Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
$10^3 \text{ Sm}^3_{\text{CO}_2}$	570,1	421,1	758,8	1205,2	939,5	912,8	1254,3	1340,5	1219,5	1366,1	977,7	870,6	11836,0
TONNE	1066,1	787,5	1418,9	2253,8	1756,8	1706,9	2345,5	2506,7	2280,4	2554,6	1828,3	1627,9	22133,4

- **Les fuites fugitives :**

Sont des émissions de gaz qui se produisent en raison de fuites d'équipements, de joints, de raccords et de pipelines. Les fuites fugitives peuvent inclure des gaz naturels, des gaz de pétrole liquéfié, des gaz de raffinerie et les fuites fugitives peuvent contribuer aux émissions de gaz à effet de serre, à la pollution atmosphérique et à la perte de produits.

Ils sont inclus ailleurs dans les gaz torchés

**IV.2.2. API :**

Dans l'API on va faire la même chose comme GIEC on va transformer la quantité de consommation du combustible en énergie thermique par la multiplier avec le PCS correspondant au combustible.

**Tableau IV.9** les PCS donner par l'API

Combustible	PCS (Th/Cm3)	Combustible	PCS (Th/T)
GN	9,348	Essence	8335,7
Fuel gaz	8,39	Diesel	8337

Pour la consommation du GN et de Fuel gaz on vas utiliser le PCS (GN)= 9.3 Th/Cm3 en équivalent gaz naturel.

**Remarque :**

La consommation du fuel gaz et Volume de gaz torchés on était transformer en équivalent gaz naturel avec la méthode suivant :

$$Q \text{ (fuel gaz) en éq GN} = [Q \text{ (fuel gaz)} * \text{PCS (fuel gaz)}] / \text{PCS (gaz naturel)}$$

**Exemple :**

L'unité	Les donnés
Contrat mètre cube (Cm3) * 10 <sup>3</sup>	818.0
Energie Thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	7607.1

$$E \text{ (Th)} = Q \text{ (Cm3)} * \text{PCS (GN)} = 818.0 * 9.3 = 7607.1 \text{ Th.}$$

- Pour le l'essence on a la consommation en tonne pour la convertir au énergie (Th) on utilisent le PCS du l'essence (8335.7 Th/m3) :

>Avant de convertir au énergie thermie on doit avant convertir la masse en tonne au volume m3 en utilisant la masse volumique du l'essence qui égale à 732,39 Kg/m3, après la convertir au volume maintenant on va utiliser le PCS pour la convertir du volume au énergie thermie

L'unité	Les donnés
Tonne	4.5
Mètre cube (m3) * 10 <sup>3</sup>	6.2
Energie thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	51672,0

$$\text{Volume (m3)} = \text{la masse (tonne)} * 1000 / \text{masse volumique} = 4.5 * 1000 / 732.39 = 6.2 \text{ m3}$$

$$\text{Energie thermie (Th)} = \text{volume (m3)} * \text{PCS essence} = 51642 \text{ Th}$$

Pour le diesel on a la consommation en tonne pour la convertir au énergie (Th) on utilisent le PCS du diesel (8337 Th/m3) :

>Avant de convertir au énergie thermie on doit avant convertir la masse en tonne au volume m3 en utilisant la masse volumique du l'essence qui égale à 847,31Kg/m3, après la convertir au volume maintenant on va utiliser le PCS pour la convertir du volume au énergie thermie

L'unité	Les donnés
Tonne	1.9
Mètre cube (m <sup>3</sup> ) * 10 <sup>3</sup>	2.23
Energie thermie (Th) * 10 <sup>3</sup>	18596,4

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{la masse (tonne)} * 1000 / \text{masse volumique} = 1.9 * 1000 / 847.31 = 2.23 \text{ m}^3$$

$$\text{Energy thermie (Th)} = \text{volume (m}^3\text{)} * \text{PCS essence} = 18596.4\text{Th}$$

-maintenant après transformer tous les quantités en thermie on vas commencer à calculer les quantités en tonne en équivalent CO<sub>2</sub> pour tous les combustions

**Facteur d'émission (API) :**

**Tableau IV.10** Facteur d'émission (API)

	FE (CO <sub>2</sub> )	FE (CH <sub>4</sub> )	FE (N <sub>2</sub> O)
<b>Combustion</b>	Tonnes CO <sub>2</sub> /thermie	Tonnes CH <sub>4</sub> /Thermie	Tonnes N <sub>2</sub> O/Thermie
Four et chaudières	2,09*10 <sup>-4</sup>	3,77 *10 <sup>-9</sup>	1,13 *10 <sup>-9</sup>
Diesel	2,95*10 <sup>-4</sup>	1,26 *10 <sup>-8</sup>	5,25*10 <sup>-11</sup>
Torche	2,09*10 <sup>-4</sup>	3,97 *10 <sup>-9</sup>	3,97 *10 <sup>-10</sup>
Moteur essence	2,83*10 <sup>-4</sup>	1,19 *10 <sup>-8</sup>	2,38 *10 <sup>-9</sup>
GPL	2,51*10 <sup>-4</sup>	1,19 *10 <sup>-8</sup>	2,38 *10 <sup>-9</sup>

Remarque :

On va utiliser la même méthode pour calculer les émissions total des GES avec les facteur d'émission donner par l'API.

**IV.2.2. a) :Combustion stationnaire :**

- **Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs :**

**Tableau IV.11** Consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs (API)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> en GN	828,8	1059,1	1427,4	1841,8	1427,4	1519,5	2003,0	2141,1	1933,9	1427,4	1381,4	1611,6	18602,6
	103 Cm <sup>3</sup> en GN	818,0	1045,2	1408,7	1817,7	1408,7	1499,6	1976,8	2113,1	1908,6	1408,7	1363,3	1590,5	18358,9
	103 thermie	7607,1	9720,2	13101,1	16904,7	13101,1	13946,4	18383,8	19651,7	17749,9	13101,1	12678,7	14791,6	170737,5
CO2	facteur d'emmission API	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,6	2,0	2,7	3,5	2,7	2,9	3,8	4,1	3,7	2,7	2,7	3,1	35,7
CH4	facteur d'emmission API	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	2,9E-05	3,7E-05	4,9E-05	6,4E-05	4,9E-05	5,3E-05	6,9E-05	7,4E-05	6,7E-05	4,9E-05	4,8E-05	5,6E-05	6,4E-04
N2O	facteur d'emmission API	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	8,6E-06	1,1E-05	1,5E-05	1,9E-05	1,5E-05	1,6E-05	2,1E-05	2,2E-05	2,0E-05	1,5E-05	1,4E-05	1,7E-05	1,9E-04
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,596	2,039	2,748	3,546	2,748	2,925	3,856	4,122	3,723	2,748	2,659	3,102	35,811

• **Consommation de Fuel gaz ABB et IHI au niveau de la chambre de combustion :**

**Tableau IV.12** Consommation de Fuel gaz ABB et IHI au niveau de la chambre de combustion (API)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> sm <sup>3</sup> équ GN	37699,8	28463,8	51114,7	70043,4	53576,3	62404,9	74903,6	78119,1	82996,9	86537,3	64809,6	69204,8	759874,2
	103 Cm <sup>3</sup> équ GN	37205,9	28090,9	50445,1	69125,8	52874,4	61587,4	73922,4	77095,8	81909,6	85403,6	63960,6	68298,3	749919,8
	103 en thermie	346015,0	261245,5	469139,5	642869,9	491732,0	572763,2	687478,1	716990,6	761759,3	794253,8	594833,5	635173,9	6974254,4
CO2	facteur d émission API	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04	2,1E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	72,4	54,7	98,2	134,6	102,9	119,9	143,9	150,1	159,5	166,3	124,5	133,0	1460,0
CH4	facteur d émission API	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09	3,8E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,3E-03	9,8E-04	1,8E-03	2,4E-03	1,9E-03	2,2E-03	2,6E-03	2,7E-03	2,9E-03	3,0E-03	2,2E-03	2,4E-03	2,6E-02
N2O	facteur d émission API	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09	1,1E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	3,9E-04	3,0E-04	5,3E-04	7,3E-04	5,6E-04	6,5E-04	7,8E-04	8,1E-04	8,6E-04	9,0E-04	6,7E-04	7,2E-04	7,9E-03
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	72,57	54,79	98,40	134,84	103,14	120,13	144,20	150,39	159,78	166,59	124,76	133,22	1462,82

**IV.2.2. b) : Combustion mobile :**

• **Consommation d'essence :**

**Tableau IV.13** Consommation d'essence (API)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	Tonnes	4,54	4,74	4,721	4,721	3,39	4,84	4,16	6,02	4,29	3,8	4,43	4,1	53,752
	m3	6,198883	6,471962	6,446019	6,446019	4,628681	6,608501	5,680034	8,219664	5,857535	5,188492	6,04869	5,59811	73,39259
	ENERGIE THERMIE	51672,03	53954,8	53744,97	53751,42	38601,81	55119,52	47381,14	68574,19	48873,51	43296,41	50480,55	46725,75	612659,3
CO2	facteur d émission API	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283	0,000283
	QUANTITE EN TONNE	14,62461	15,2707	15,21132	15,21314	10,92538	15,60035	13,41017	19,40839	13,83256	12,25408	14,28739	13,22468	173,3995
CH4	facteur d émission API	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08	1,19E-08
	QUANTITE EN TONNE	0,000614	0,000642	0,000639	0,000639	0,000459	0,000655	0,000563	0,000815	0,000581	0,000515	0,0006	0,000556	0,007285
N2O	facteur d émission API	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09	2,38E-09
	QUANTITE EN TONNE	0,000123	0,000129	0,000128	0,000128	9,2E-05	0,000131	0,000113	0,000163	0,000116	0,000103	0,00012	0,000111	0,00146
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE	14,67444	15,32273	15,26314	15,26497	10,9626	15,6535	13,45586	19,47452	13,87968	12,29583	14,33607	13,26973	173,9903



- **Consommation de gas-oil :**

**Tableau IV.14** Consommation de gas-oil (API)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	Tonnes	1,89	1,76	1,866	1,866	1,61	1,54	1,64	1,59	1,79	1,82	1,76	1,7	20,832
	m3	2,230589	2,077162	2,202264	2,202264	1,900131	1,817517	1,935537	1,876527	2,112568	2,147974	2,077162	2,00635	24,58604
	ENERGIE THERMIE	18596,42	17317,3	18360,27	18360,27	15841,39	15152,64	16136,57	15644,6	17612,48	17907,66	17317,3	16726,94	204973,8
CO2	facteur d emmision API	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295	0,000295
	QUANTITE EN TONNE	5,481307	5,104286	5,411703	5,411703	4,669262	4,46625	4,756267	4,611258	5,191291	5,278296	5,104286	4,930276	60,41619
CH4	facteur d emmision API	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11	1,22E-11
	QUANTITE EN TONNE	2,27E-07	2,11E-07	2,24E-07	2,24E-07	1,93E-07	1,85E-07	1,97E-07	1,91E-07	2,15E-07	2,18E-07	2,11E-07	2,04E-07	2,5E-06
N2O	facteur d emmision API	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11	5,25E-11
	QUANTITE EN TONNE	9,77E-07	9,1E-07	9,65E-07	9,65E-07	8,32E-07	7,96E-07	8,48E-07	8,22E-07	9,25E-07	9,41E-07	9,1E-07	8,79E-07	1,08E-05
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE	5,481605	5,104563	5,411997	5,411997	4,669515	4,466493	4,756525	4,611509	5,191573	5,278582	5,104563	4,930544	60,41947

**IV.2.2. c) Les émissions fugitives :**

- **Volume de gaz torché :**

**Tableau IV.15** Volume de gaz torché (API)

	Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
Quantités	10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> équ GN	6761,2	11297,5	22985,3	8789,4	6699,3	12973,8	9060,9	8200,9	5831,8	4234,9	3216,4	10602,7	110654,1
	103 Cm3 équ GN	6672,6	11149,5	22684,2	8674,3	6611,6	12803,8	8942,2	8093,5	5755,4	4179,4	3174,3	10463,8	109204,6
	103 en thermie	62055,6	103690,2	210963,0	80670,6	61487,4	119075,6	83162,5	75269,2	53525,6	38868,7	29520,7	97313,4	1015602,4
CO2	facteur d emmision API	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04	2,09E-04
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	13,0	21,7	44,2	16,9	12,9	24,9	17,4	15,8	11,2	8,1	6,2	20,4	212,6
CH4	facteur d emmision API	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09	3,97E-09
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	2,46E-04	4,12E-04	8,37E-04	3,20E-04	2,44E-04	4,73E-04	3,30E-04	2,99E-04	2,12E-04	1,54E-04	1,17E-04	3,86E-04	4,03E-03
N2O	facteur d emmision API	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10	3,97E-10
	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	2,46E-05	4,12E-05	8,37E-05	3,20E-05	2,44E-05	4,73E-05	3,30E-05	2,99E-05	2,12E-05	1,54E-05	1,17E-05	3,86E-05	4,03E-04
CO2 equivalent	QUANTITE EN TONNE(10 <sup>3</sup> )	1,30E+01	2,17E+01	4,42E+01	1,69E+01	1,29E+01	2,50E+01	1,74E+01	1,58E+01	1,12E+01	8,15E+00	6,19E+00	2,04E+01	2,13E+02

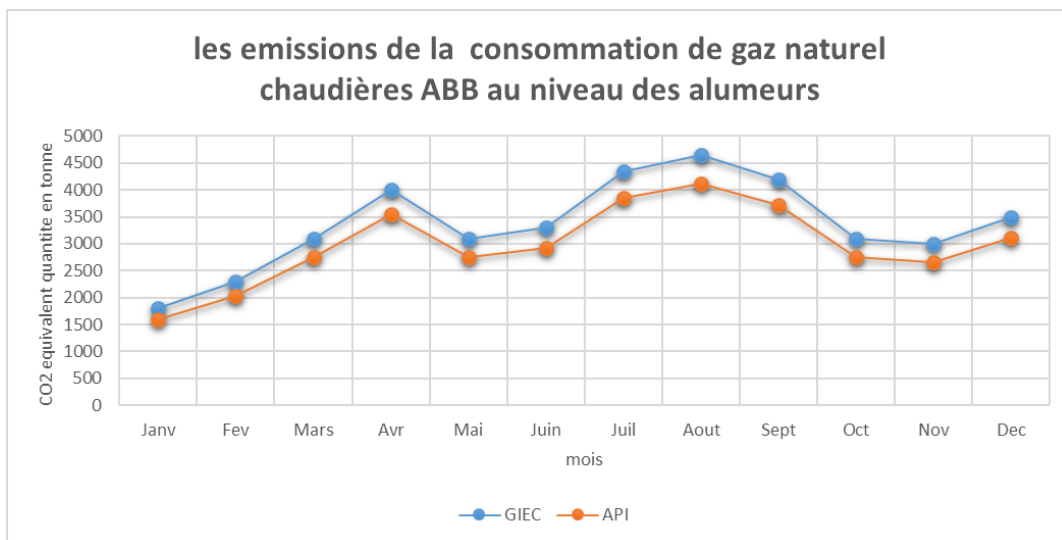
- **Volume de gaz ventilé :**

**Tableau IV.16** Volume de gaz ventilé (API)

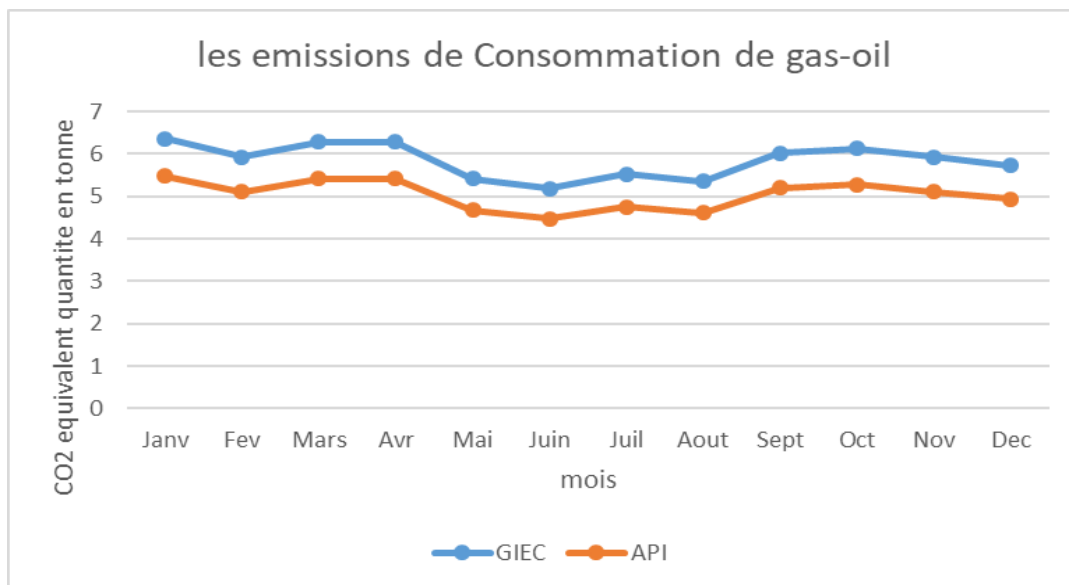
Unités	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Cumul annuel
10 <sup>3</sup> Sm <sup>3</sup> CO2	570,1	421,1	758,8	1205,2	939,5	912,8	1254,3	1340,5	1219,5	1366,1	977,7	870,6	11836,0
TONNE	1066,1	787,5	1418,9	2253,8	1756,8	1706,9	2345,5	2506,7	2280,4	2554,6	1828,3	1627,9	22133,4

### IV.3 :Etude comparative entre API et GIEC :

On va désigner 2 graph (graph d'API et de GIEC) et après on va comparer entre eux  
 Maintenant quand on a désigné les 2 graph on trouve que le graph de GIEC est élevé par rapport au graph de l'API c'est arrivé à cause de différent PCS et facteur d'émission entre eux



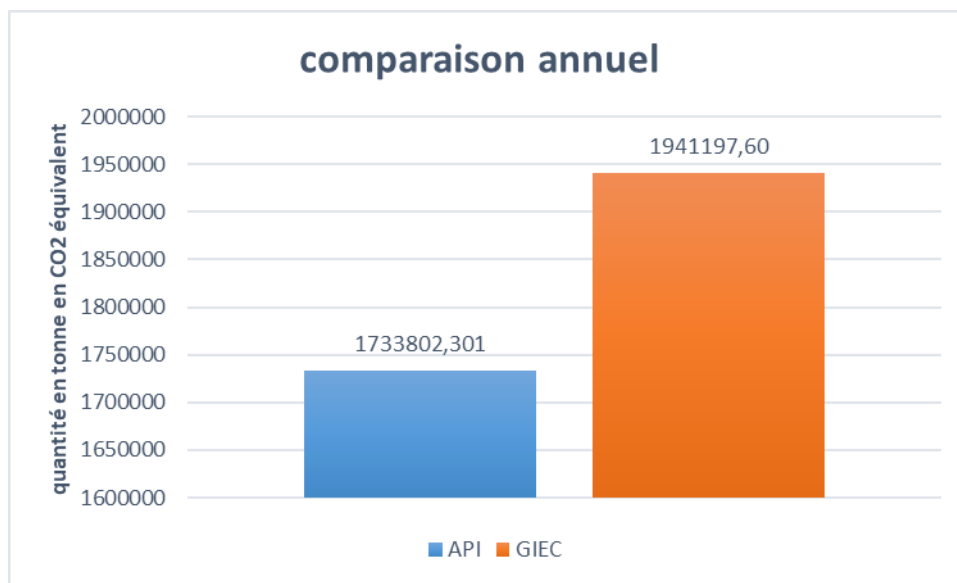
**Figure IV.1** les émissions de la consommation de gaz naturel chaudières ABB au niveau des allumeurs entre GIEC et API



**Figure IV.2** les émissions de Consommation de gas-oil entre API et GIEC

**Etude Comparative annuel :**

On va comparer entre les quantités en tonne des émissions de CO<sub>2</sub> équivalent pour l'année 2022, il nous montre que les émissions calculées par les facteurs des émissions et les PCS du GIEC est plus élevé par rapport les émissions calculer par les facteurs des émissions et le PCS de l'API. **(Figure IV.3)**



**Figure IV.3** Comparaison annuel de les émissions de CO équivalent entre API et GIEC pour l'année 2022

### Conclusion

Dans la conclusion on va noter que la quantité des émissions de gaz à effet de serre calculée avec les facteur d'émission donnés par l'API est beaucoup plus basse que la quantité des émissions de gaz à effet de serre calculées avec les facteur d'émission donnés par GIEC.

Les GES font partie désormais de la fiche technique d'un complexe au même titre que la production et vont avoir dans un avenir proche, un impact direct sur la compétitivité sur le plan commercial. Pour anticiper sur ces aspects, la division LSH doit se focaliser sur la réduction des gaz torchés et se doter des outils lui permettant de surveiller les émissions de méthane et d'autres gaz nocifs à l'environnement d'une manière efficace et précise.

Sur le plan de la récupération des gaz torchés notamment au niveau des complexes GNL qui restent les plus concernés, l'étude le plan de la récupération des gaz torchés a fait ressortir plus de 6 solutions que nous devons les concrétiser dans les meilleurs délais possibles et qui vont permettre une réduction drastique de la quantité des gaz torchés et atténuer l'impact des gaz à effet de serre.

Par ailleurs, et en attendant la réalisation des projets issus de l'étude de récupération des gaz torchés, il y a plusieurs actions réalisables à court terme et dans des courts délais à savoir :

- Mise à jour des procédures de démarrage et d'exploitation des installations.
- Changement de comportement du personnel exploitant notamment les opérateurs tableau et ceux du site, en augmentant leurs réactivité face au torchage et pour prendre en considération le paramètre torchage lors de la réalisation des opérations d'exploitation.
- Le département maintenance doit placer les interventions en lien avec le torchage en priorité absolue.
- Le département HSE devra établir des rapports périodiques hebdomadaires sur l'état du torchage et tirer la sonnette autant de fois qu'il faut pour éveiller les consciences et pousser le personnel à œuvrer pour éliminer le torchage.
- Le département technique devra suivre le rendement des équipements énergivores et élaborer des rapports et faire un suivi de performance des installations d'une façon continue.
- Prise en charge effective des anomalies à l'origine du torchage et de l'émission de gaz.

## Conclusion

---

- Placer le torchage comme un fait anormal au même titre que les fuites de gaz et l'arrêt de production par tout le personnel exploitant et le management des complexes.

## Reference bibliographique

1. M.w.Kellog . *Manuel opératoire procédé*. Vol. 1.
2. M.w.Kellog, *Manuel opératoire procédé*. Vol. 3.
3. M.w.Kellog , *Manuel opératoire procédé*. Vol. 5
4. *Manuel opératoire, système propane et réfrigérant mixte*. Vol. Vol 2. 1981.
5. Marniesse, S. and E. Filipiak, *Lutte contre l'effet de serre, enjeux et débats*. 2003: Agence française de développement.
6. Ingram, G.K. and Y.-h. Hong, *Climate change and land policies*. 2011: Lincoln Institute of Land Policy Cambridge, MA.
7. Dollé, J.-B., et al., *Les gaz à effet de serre en élevage bovin: évaluation et leviers d'action*. INRAE Productions Animales, 2011. **24**(5): p. 415-432.
8. Casper, J.K., *Greenhouse gases : worldwide impacts*.  
Global warming. 2010, New York: Facts on 2010.
9. Change, I.P.o.C., *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report*. 2021.
10. Villeneuve, C. and F. Richard. *Vivre les changements climatiques*. in *Conférence au CEGEP de Ste Foy du*. 2005.
11. PNUE, O., *Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*. 2001, Bilan.
12. Dasgupta, S., *The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis*. Vol. 4136. 2007: World Bank Publications.
13. *Industrial Energy Efficiency and Climate Change Mitigation*. Available from: <https://www.iea.org/reports/industrial-energy-efficiency-and-climate-change-mitigation>.
14. Dollé, J.-B., et al., *Emissions de gaz à effet de serre et consommations d'énergie des viandes bovines et ovines françaises: revue bibliographique et évaluations sur l'amont agricole*. Institut de l'Elevage, Paris, France, 59p, 2011.
15. Dufresne, J.-L., *L'utilisation du potentiel de réchauffement global pour comparer les émissions de méthane et de CO2 (Using global warming potential to compare methane and CO2 emissions)*. La Meteorologie, 2009(64): p. 54-58.
16. Core Writing Team, R.K.P.a.L.A.M., ed. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2014, IPCC: Geneva, Switzerland.
17. Pellerin, S., et al., *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques*. 2013, INRA.

## ANNEXE A

### Design et capacités installées :

Capacité de production, de stockage et de chargement :

#### Unité de procédé

- Un (01) train produit 9000 m<sup>3</sup>/ GNL jour soit [0,252 Kcal].
- Production totale 17.820.000 m<sup>3</sup> GNL / An, 4.10 millions de MM BTU.
- Propane 410.000 T / An.
- Butane 327.000 T / An.
- Gazoline 196.000 T / An.

Les quantités indiquées représentent une production avec extraction de GPL (ceci pour une alimentation gaz naturel de 41.254.000 Nm<sup>3</sup> / Jour. [5])

#### Unité de production d'énergie

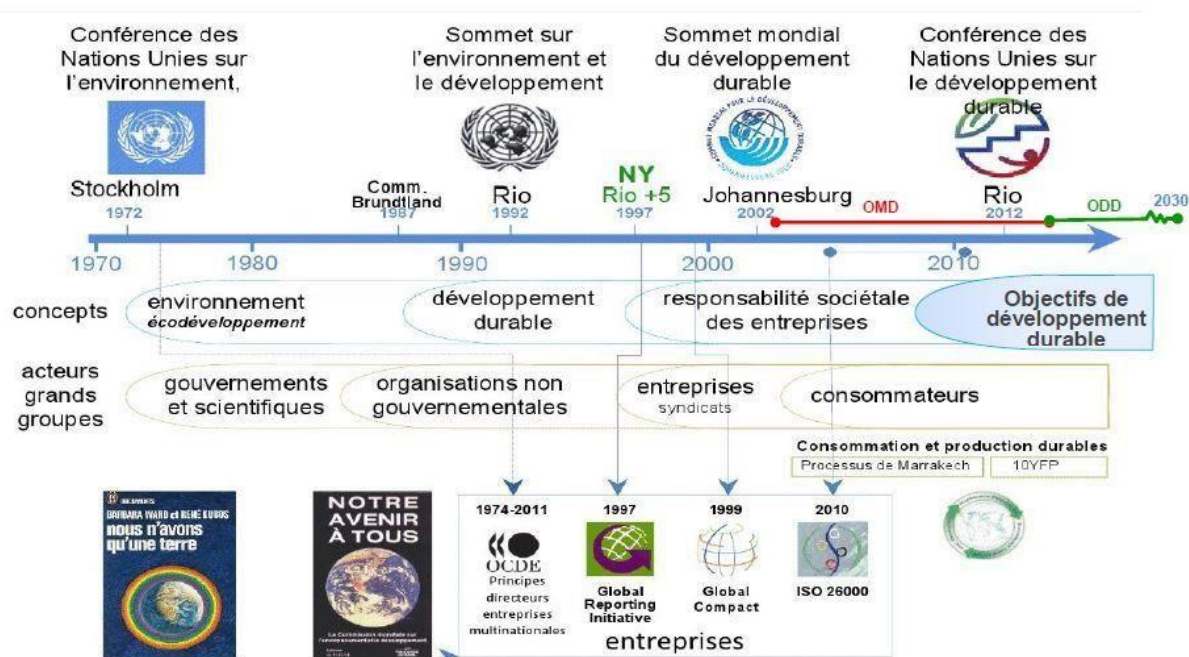
- Electricité :
- 03 Turbogénérateurs de 20 Mégawatts chacun.
- Connexion SONELGAZ 20 Mégawatts.
- Eau distillée :
- 5 x 45 m<sup>3</sup> / heure.
- Air service / instrument 5100 Nm<sup>3</sup> / heure.

**Installation Annexes :** Stockage de GNL : 3 x 100.000 m<sup>3</sup>.

## ANNEXE B

Conventions et Cadre réglementaire régissant les gaz à effet de serre à l'échelle internationale,  
national

## Les conventions internationales



Chronologie des conventions internationales dans le cadre de la protection de l'environnement

✓ **Convention cadre des nations unies**

La **Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)**, qui est entrée en vigueur depuis le 21 mars 1994, fait partie avec la Convention Internationale sur le Diversité Biologique (**CDB**), des deux conventions qui ont été signées par la communauté internationale à l'occasion du Sommet de la Terre de Rio en 1992. Le Maroc a participé à ce Sommet avec une délégation importante et de haut niveau. Il a ensuite ratifié la **CCNUCC** en décembre 1995 et a donc rejoint les pays Parties à la Convention à la 2ème conférence des Parties (juillet 1996 à Genève). L'objectif ultime de cette convention « est de stabiliser les concentrations des Gaz à Effet de Serre (**GES**) dans l'atmosphère à un niveau empêchant toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Cette convention invite de façon volontaire les pays développés, premiers responsables de cette situation, à réduire leurs émissions en **GES**. La mise en application de cette convention au niveau des pays Parties pourrait signifier des remises en question des options de développement, des intérêts industriels et économiques, des choix technologiques entre autres. Mais, elle pourrait aussi ouvrir de nouvelles opportunités qui devront être saisies par les pays Parties, et en particulier ceux ne figurant pas à l'annexe I, afin de leur permettre de s'engager dans le processus de développement durable. L'application des termes de la convention devrait, en fin de compte, déboucher sur l'adoption d'un nouveau mode de développement par les pays Parties.



✓ **Protocole de Kyoto**

Le **protocole de Kyoto** est un traité international ayant pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Acté en 1997, il est le prolongement de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (**CCNUCC**) adoptée en 1992 au sommet de la Terre à Rio de Janeiro (Brésil). L'objectif initial du protocole de Kyoto était de parvenir durant la période d'engagement 2008-2012 à la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique d'au moins 5% (dans les pays engagés) par rapport aux niveaux de 1990(1). Une seconde période d'engagement a été fixée lors du sommet de Doha en décembre 2012. Elle s'étend du 1er janvier 2013 au 31 décembre 2020. Le protocole a été signé le 11 décembre 1997 lors de la troisième conférence annuelle des Parties (« COP3 ») à Kyoto au Japon. Pour entrer en vigueur, il devait être ratifié par 55 pays développés générant en consolidé au moins 55% des émissions mondiales de gaz à effet de serre en 1990. Il est entré en vigueur le 16 février 2005.

Le **Protocole de Kyoto** prévoit une limitation des émissions de six gaz à effet de serre:

- Le dioxyde de carbone (**CO<sub>2</sub>**)
- Le méthane (**CH<sub>4</sub>**)
- L'oxyde nitreux(**N<sub>2</sub>O**)
- Les hydrofluorocarbures (**HFC**)
- Les hydrocarbures perfluorés (**PFC**)
- L'hexafluorure de soufre (**SF<sub>6</sub>**)

✓ **Convention de paris LA COP 21**

L'Accord de Paris sur le climat a été conclu le 12 décembre 2015 à l'issue de la 21e **Conférence des Parties (COP 21)** à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (**CCNUCC**). Il est entré en vigueur le 4 novembre 2016, moins d'un an après son adoption.

L'objectif de l'Accord de Paris est de renforcer la réponse globale à la menace du changement climatique, dans un contexte de développement durable et de lutte contre la pauvreté, notamment en : Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de **2°C** par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation des températures à **1,5°C** par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques ; Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire ; Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

## ANNEXE C

### Cadre réglementaire régissant les gaz à effet de serre à l'échelle internationale

Au début des années **1970** et sous l'égide du **PNUE** (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), apparaît une nouvelle approche du développement qualifiée d'Écodéveloppement. Ce nouveau courant de pensée est centré notamment sur la satisfaction des besoins fondamentaux (habitat, alimentation, énergie, eau, éducation, santé...) des populations les plus démunies, en particulier dans les pays en développement.

Cette théorie, très critique à l'endroit des stratégies de développement impulsées par les puissances occidentales après la guerre, s'est concrétisée par de nombreux projets locaux, mais son influence est restée limitée du fait d'obstacles économiques et politiques.

En **1980**, L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources (UICN) se réfère pour la première fois à la notion de développement durable à l'occasion de la publication de sa Stratégie mondiale pour la conservation.

En **1983** et devant la poursuite de beaucoup de phénomènes de dégradation écologique et l'aggravation de la situation économique des populations de grandes parties du monde, l'Assemblée générale des Nations unies a mandaté une Commission mondiale sur l'environnement et le développement présidée par Mme Brundtland.

En **1987**, Mme Brundtland remet son célèbre rapport qui impose le développement durable comme nouvel élément sémantique du langage international et comme élément de focalisation des travaux des experts des organisations internationales.

En **Mars 1988**, Création du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (**GIEC**), sous l'égide de l'Organisation météorologique mondiale (**OMM**) et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (**PNUE**). Le rôle du GIEC est "d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme.

A partir de cette année, une prise de conscience croissante a vu le jour à l'échelle mondiale et s'est concrétisée en **juin 1992** à Rio, par la tenue de la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement, plus connue sous le nom de Sommet de la Terre et qui s'est conclu par l'adoption de différents textes ainsi que des conventions thématiques énonçant des principes généraux : Pollueur payeur, Prévention, Précaution... ; l'Agenda 21 des propositions pour le XXIe siècle ; la convention sur les changements climatiques ; la convention sur la diversité biologique.

Depuis **1995**, des **Conférences des parties (COP)** ont lieu chaque année.

Depuis **2005**, année d'entrée en vigueur du **Protocole de Kyoto**, les Conférences des parties au Protocole de Kyoto (**CMP**) ont lieu conjointement à la **COP**.

Et depuis **2016**, année d'entrée en vigueur de l'**Accord de Paris**, les Conférences des parties à l'Accord de Paris (**CMA**) ont lieu conjointement à la **COP**.

### **Cadre réglementaire régissant les gaz à effet de serre à l'échelle national**

De par sa situation géographique, l'Algérie se trouve dans une région considérée comme l'un des 25 points chauds dans le monde, vulnérables aux effets des changements climatiques.

Consciente des répercussions sociales et économiques que pourrait avoir les changements climatiques sur la pérennité du pays, l'Algérie a adhéré à toutes les conventions, protocoles et accords internationaux, pour faire face aux changements climatiques et les a traduits, à l'échelle nationale, par un arsenal de textes législatifs et réglementaires pour honorer ses engagements à réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre .

### **Réglementation régissant les gaz à effet de serre à l'échelle de l'entreprise**

#### **SONATRACH :**

SONATRACH s'inscrit résolument dans la voie du développement durable, conciliant ainsi la performance économique à la performance environnementale et sociale.

Cette démarche est déclinée au niveau de tout le groupe et est concrétisée par la mise en place de dispositifs et mécanismes adéquats et favorables à l'évolution des exigences réglementaires et normatives nationales et internationales régissant la protection de l'environnement.

A l'échelle de l'entreprise :

⇒ Création de la fonction HSE en 2002

⇒ Politique HSE (adoption de l'engagement en 2004 et en 2018) □ Adoption du Système de management HSE.

⇒ Conduite de plusieurs projets et réalisations en matière de mangement de l'environnement : Plan de management des émissions atmosphériques, Cadastre des sites et sols pollués, Plan de Management des Déchets...etc.

⇒ Elaboration de plusieurs référentiels en matière d'environnement : Référentiel HSEMS, Référentiel gestion des entreprises extérieures, Référentiel comptabilisation des gaz à effet de serre, Référentiel management des déchets...etc.

#### **Politique HSE**

Compte tenu des activités du groupe, la protection de l'environnement est un enjeu majeur. Cependant, SONATRACH consacre chaque année d'importants moyens humains et financiers pour améliorer ses performances dans la protection de l'environnement tout en agissant dans une perspective de Développement Durable, en privilégiant le principe de prévention de la pollution.

Les objectifs de réduction de l'impact de toutes les activités de SONATRACH sur l'environnement, se traduisent par :

◇ Prévenir et réduire la pollution par l'adoption de technologies moins polluantes et par une gestion rationnelle des déchets en favorisant le recyclage et traitement des eaux huileuses.

◇ Réduire les émissions atmosphériques.

◇ Préserver des ressources naturelles.

◇ Préserver les écosystèmes et la biodiversité des espèces.

La réduction des gaz torchés dans le cadre du projet GGFR (Global Gas Flaring Reduction).

## **Référentiel HSE-MS**

Dans le cadre des engagements de l'Algérie au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et de l'Accord de Paris sur le Climat ratifié par Décret Présidentiel n°16-262, SONATRACH a mis en avant des objectifs en matière de réduction des émissions de GES, notamment à travers les « Contributions Déterminées au Niveau National (CDN) ». Par ailleurs, ces objectifs sont cohérents avec ceux tracés par la Politique HSE de SONATRACH et son système de Management HSE-MS.

Le référentiel HSE-MS du Groupe SONATRACH a pour objet de donner les clefs d'une intégration structurée de la prévention et de la gestion des risques engendrés par ses activités.

Les accidents et leurs impacts sur les personnes, les biens et l'environnement étaient jadis considérés comme les aléas inévitables, voire nécessaires, de l'activité industrielle et du progrès.

Cependant, la perception « HSE » a évolué et ce domaine est désormais considéré comme une problématique à part entière nécessitant des solutions techniques et/ou d'engineering et l'intervention de professionnels au fait des dernières technologies en matière de prévention des risques.

La santé, la sécurité et l'environnement, s'inscrivent parmi les défis majeurs que doit relever toute entreprise moderne afin d'être socialement responsable et économiquement compétitive.

De plus, l'ensemble de ces préoccupations s'inscrit dans un contexte législatif de plus en plus strict. Le Groupe SONATRACH y souscrit pleinement et s'est engagé dans la voie du strict respect des obligations légales, tant au niveau national qu'international.

Le HSE-MS est donc un facteur de progrès interne et un gage de confiance pour les interlocuteurs du Groupe.

Ce référentiel HSE-MS définit explicitement les exigences du Groupe SONATRACH en matière HSE ainsi que « les résultats attendus » pour chaque site de l'entreprise. Il ne définit en aucune manière le « comment il convient de le faire ». Cet aspect des choses est développé dans les documents « Plan de mise en œuvre » et « Manuel stratégique » liés au présent référentiel.

Ce référentiel vise également à définir des valeurs communes à l'ensemble du Groupe SONATRACH. Cette approche permettra d'améliorer les performances « santé, sécurité et environnement » et de réduire au maximum les accidents, les maladies professionnelles et les nuisances environnementales.

### **Référentiel GES**

Les contributions CDN sont assujetties à des dispositions dites de « transparence », qui ont pour objet de collecter, évaluer et partager les informations sur la mise en œuvre des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre notamment. En conséquence, l'Algérie s'est engagée dans la mise en place du dispositif institutionnel et technique pour se mettre au diapason des exigences de l'Accord, notamment par la mise en place du Comité National Climat (CNC) par décision du gouvernement et d'un comité chargé de l'établissement des inventaires des gaz à effet de serre.

A ce titre, SONATRACH met en place, à travers le présent référentiel, un processus régulier d'évaluation quantitative des émissions de GES. Elle définit le niveau d'exigence indispensable au processus de suivi et de reporting 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.

Le numéro de la loi	l'intitulé	Le contenu (l'énoncé)
<b>Décret présidentiel n° 93-99 du 10 avril 1993</b>	portant ratification de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques adoptée par l'assemblée générale des Nations unies, le 9 mai 1992.	L'Algérie signe la Convention Cadre des Nations Unies en 1993 sur les Changements Climatiques dont l'objectif ultime est d'adopter et de stabiliser.
<b>Décret exécutif n° 93-165</b>	réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides, des installations fixes.	Le décret régit les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et de particules solides émanant des installations fixes et de nature à incommoder la population, à compromettre la santé ou la sécurité publique.
<b>Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003</b>	relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.	a pour objet la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Elle fixe les principes fondamentaux et les règles de gestion de l'environnement..
<b>Décret présidentiel n° 04-144 du 28 avril 2004</b>	portant ratification du protocole de Kyoto à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, fait à Kyoto, le 11 décembre 1997.	Le décret ratifie le protocole de Kyoto à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, fait à Kyoto, le 11 décembre 1997.
<b>Décret exécutif n° 05-375 du 26 septembre 2005</b>	portant création de l'agence nationale des changements climatiques, fixant ses missions et définissant les modalités de son organisation et de son fonctionnement.	Le décret a pour objet de créer l'agence nationale des changements climatiques (ANCC), de fixer ses missions et de définir les modalités de son organisation et de son fonctionnement. .