



Energie et changement climatique

#Sawsen. SAAD, *Rachida. HAMZI

#Institut d'hygiène et sécurité, université de Batna

Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI), Algérie
Saoussen_saad@yahoo.fr

*Institut d'hygiène et sécurité, université de Batna

Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI), Algérie
hamzi_hr@yahoo.fr

Abstract— La demande de l'énergie primaire, pour assurer un développement économique et social et améliorer le bien-être, demeure en forte croissance et elle a peu de chances de diminuer. Toutes les sociétés ont besoin de services énergétiques pour répondre aux besoins fondamentaux de l'homme.

On distingue dans les énergies primaires:

- Les énergies épuisables (fossiles, pétrole, uranium) et
- Les énergies inépuisables (énergies éolienne, solaire, géothermique, marémotrice, hydroélectrique, bioénergies, ...).

L'énergie primaire consommée aujourd'hui est encore très directement liée à l'utilisation des ressources fossiles carbonées. Face à ce constat, les enjeux de la recherche en énergies renouvelables sont primordiaux pour répondre à ce challenge.[1]

L'exploitation intensive de combustibles fossiles a entraîné une augmentation rapide des émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Les énergies renouvelables recèlent un vaste potentiel d'atténuation des effets des gaz à effet de serre et elles peuvent offrir beaucoup d'avantages économiques et sociaux.

Dans ce travail, on essaye de donner une image concrète sur la signification élevée d'une activité qui se base sur la production de l'énergie fossile (industrie pétrolière), tout en quantifiant les gaz à effet de serre émis (en équivalent de CO₂), et montrer le rôle convaincant que les énergies renouvelables puissent jouer pour atténuer les effets de changement climatique.

Keywords— Energies renouvelables, Energies fossiles, réchauffement climatique, gaz à effet de serre.

I. INTRODUCTION

Le développement économique moderne tel que nous le connaissons aujourd'hui, issu du processus d'industrialisation des deux derniers siècles, se nourrit avant tout de ressources minérales non renouvelables extraites de la lithosphère (croûte terrestre). Il bénéficie d'une énergie relativement abondante et bon marché provenant des combustibles fossiles – pétrole, gaz naturel et charbon – et dans une moindre mesure de combustibles fissiles comme l'uranium. Les autres sources d'énergie, dites traditionnelles, comme la biomasse, l'éolien ou l'hydraulique...

Actuellement, les combustibles fossiles fournissent 90% de l'énergie primaire. Le lien entre la consommation croissante des énergies fossiles depuis un siècle et demi et le changement climatique est maintenant tenu pour hautement probable. Les émissions de gaz carbonique vont en croissant, pour une quantité d'énergie donnée, dans l'ordre : gaz naturel, pétrole,

charbon (ce dernier en produisant environ deux fois plus que le gaz). Les ressources ultimes de combustibles fossiles se classent également dans cet ordre. [2]

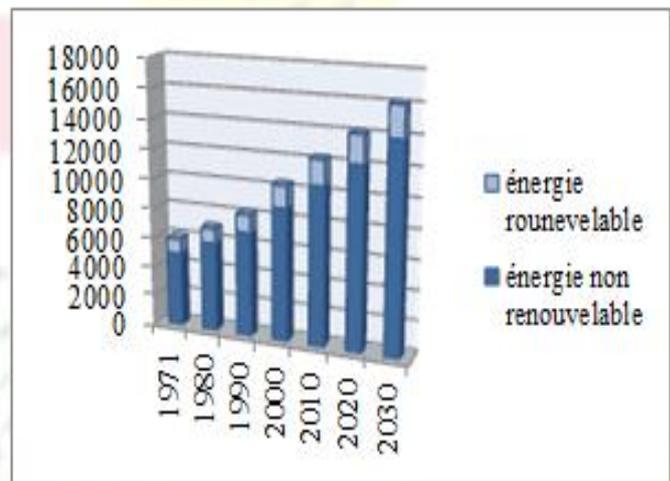


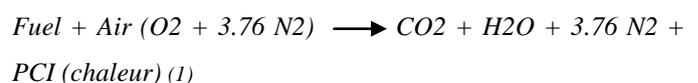
Fig. 1 Consommation d'énergie dans le monde et prévision.

II. QUE VEUT-ON DIRE PAR COMBUSTION ?

An La combustion peut être définie comme une réaction chimique où la matière combustible se transforme pour former, avec l'oxygène de l'air, du dioxyde de carbone et de l'eau.

Dans la plupart des cas la combustion s'effectue dans de l'air, il y a lieu de considérer que ce dernier contient 21% en volume ou 23% en poids d'oxygène, le reste étant pratiquement de l'azote qui n'intervient pas dans la combustion et devrait être rejeté comme tel dans les fumées.

La réaction de combustion (1) avec l'air devient donc :



Il convient de noter que les procédés de combustion ne sont jamais parfaits ou complets. En réalité, plusieurs produits intermédiaires sont formés au cours d'une combustion réelle.



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



Ils s'avèrent néanmoins importants en pratique, en particulier pour les problèmes de pollution.

Lorsque l'air est l'oxydant, l'azote peut s'oxyder lorsqu'il y a un excès d'oxygène et nécessairement produire des émissions des oxydes d'azote NO, NO₂, N₂O,... rassemblés sous la dénomination NO_x qui sont en partie responsables des pluies acides.

Aussi, lorsque l'air fourni est inférieur à l'air théorique, la combustion est incomplète.

Si le manque d'air est faible, on observe la formation de monoxyde de carbone (CO).

Le CO est un gaz très dangereux. Une teneur de 0,2 % de CO dans l'air entraîne la mort en moins d'une demi-heure.

II. EFFET DE SERRE

L'atmosphère entoure la Terre d'une couche protectrice transparente qui laisse passer la lumière du soleil et retient la chaleur. Sans elle, la chaleur du soleil «rebondirait» immédiatement à la surface de la Terre et retournerait dans l'espace. La température serait plus basse de 30 °C et tout serait gelé. L'atmosphère agit un peu comme les parois en verre d'une serre, c'est pourquoi on parle d'«effet de serre». Les «gaz à effet de serre» présents dans l'atmosphère sont responsables de l'effet de serre.

La plupart des gaz à effet de serre sont naturels, mais depuis la révolution industrielle, au XVIII^e siècle, l'activité humaine est passée par là, et leur concentration n'a jamais été aussi élevée depuis 420 000 années. L'aggravation de l'effet de serre a pour effet d'augmenter les températures terrestres: c'est le changement climatique.

L'effet de serre est le réchauffement de l'atmosphère dû à des substances appelées gaz à effet de serre (dioxyde de carbone(CO₂), méthane(CH₄), vapeur d'eau(H₂O), le protoxyde d'azote (N₂O), ozone(O₃) etc.).

Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone et en méthane ont augmenté de 30 % et de 150 % depuis le début de l'industrialisation en 1750. Les concentrations actuelles sont nettement plus élevées qu'elles n'ont jamais été lors des 650 000 dernières années, période pendant laquelle des données fiables peuvent être extraites des calottes glaciaires. D'autres indices géologiques tendent à montrer que les concentrations actuelles en CO₂ sont les plus élevées jamais atteintes depuis au moins 20 millions d'années.

Le O₃ Contrairement aux autres polluants, il n'est pas émis directement par une source mobile ou fixe : c'est un polluant secondaire. Il résulte d'une réaction photochimique complexe créée par l'action des rayons ultra-violet du soleil sur les composés organiques volatils, le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone.

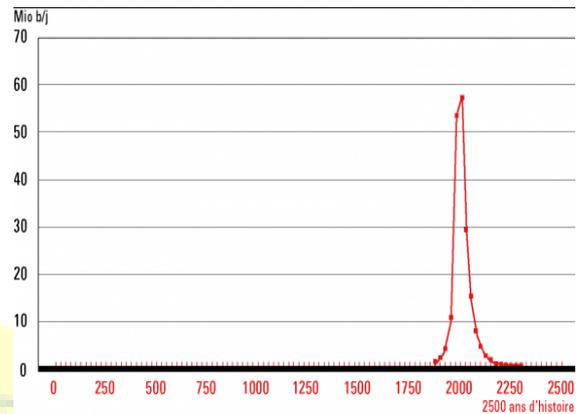


Fig.2 Emissions mondiales de CO₂ liées à l'utilisation de combustibles fossiles (en millions de tonnes de carbone) [3]

III. QUANTIFICATION DES GAZ A EFFET DE SERRE GENERES PAR L'INDUSTRIE PETROLIERE (CAS DE CENTRE DE TRAITEMENT DE HUILE DANS LA REGION DE HASSI R'MEL)

A. zone d'étude

1) *Situation géographique:* Le champ de Hassi-R'mel est situé sur le territoire de la daïra de Hassi-R'mel wilaya de Laghouat et à 525 km au sud d'Alger, il se trouve entre les méridiens 2°55' et 3°45' Est et les parallèles 33°15' et 33°45' nord à une altitude de 760 m en moyenne. Il a une superficie de plus de 3500 km² et un périmètre de 6392m. Fig. 3.



Fig.3 La situation administrative de Hassi R'mel

2) *Description du process:* Notre étude a été menée pour évaluer les aspects environnementaux générés par les installations de traitement d'hydrocarbures. Afin d'aborder les



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



différents types de pollution nous avons pris des installations traitant le pétrole brut (CTH) et nous avons suivi le procédé de l'amont (entrée du produit venant des puits) jusqu'à l'aval (destination des produits). Ci-après un schéma illustrant les différentes étapes du procédé. Fig.4

Et on a pris l'un des CTH pour que nos résultats soient plus précis (CTH1). Fig.5

données citées au bilan sorti [5] en Tableau 1 après avoir inventorié tous les flux à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur du système étudié.

TABLEAU I
BILAN SORTIE REJET ATMOSPHERIQUE

Rejets atmosphériques (produits de combustion)	Torches BP, MP, HP	110265 m ³ /j de gaz torché	Continu	Vers atmosphère
	pompes d'injection d'eau	128 m ³ /j de fuel gaz	Continu	Vers atmosphère
	Groupe électrogène Pompes diesel de secours	200 litres/ mois	Occasionnellement / Intermittent	Vers atmosphère

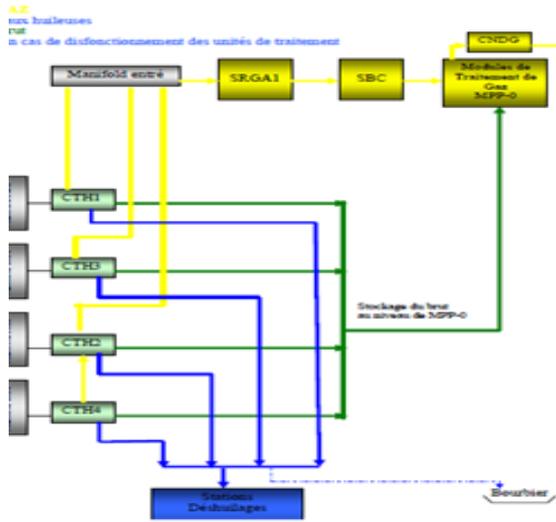


Fig.4 Schéma général du procédé. [4]

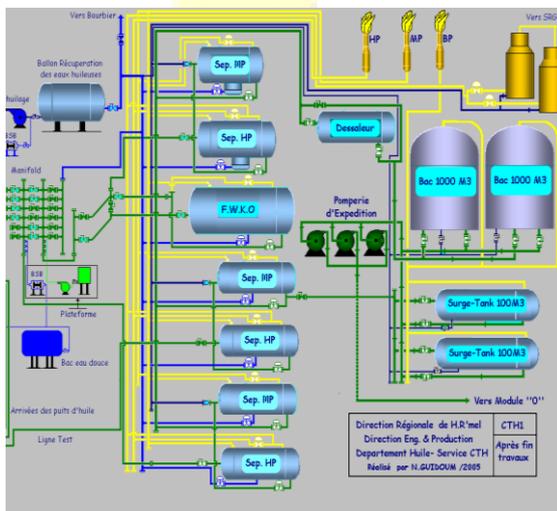


Fig.5 Description de l'installation CTH1 [4]

B. Evaluation des impacts

1) *L'inventaire input- output*: Le degré de la pollution a été estimé dans la mesure du possible en se basant sur des

2) *Méthodologie de calcul* : Le calcul des émissions liées à l'utilisation énergétique des combustibles, il comporte 5 étapes présentées ci-dessous : [6]

- détermination de la quantité de combustible consommée au cours de l'année N ;
- calcul de la consommation énergétique à partir de la quantité de combustible consommée et du PCI du combustible ;
- calcul des émissions potentielles à partir de la consommation énergétique et des facteurs d'émissions ;
- calcul du carbone réellement oxydé à partir des facteurs d'oxydation (cas du carbone) ;
- conversion du carbone oxydé en émissions de CO₂. (cas du carbone).

3) *Résultats obtenus pour les gaz à effet de serre émis* : Le TABLEAU 2 contient les quantités des rejets atmosphériques que nous avons estimé.

TABLEAU 2
Quantification Des Rejets Atmosphériques

	Torches	Pompes d'injection d'eau douce Q* = 0.09984 t
	Q* = 115.05 t	
CO ₂ (tonnes de CO ₂)	322.72	0.4112
CH ₄ (tonnes de CH ₄)	0.0228	0.0160.10 ⁻³
N ₂ O (tonne de N ₂ O)	0.0142	0.0092.10 ⁻³



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



TABLEAU 4

Conversion Les Résultats En Equivalent CO₂

Exemple du calcul :

On une quantité volumique de 40246725 m³ du gaz torché (par an) et qu'il faut la convertir en quantité massique :

$$Q \text{ massique} = Q \text{ volumique} * \rho$$

$$40246725 \text{ m}^3 \times 0.78 \text{ Kg/m}^3 = 31392.44 \text{ t}$$

$$CE = Q \text{ massique} * PCI$$

$$31392.44 \text{ t} \times 49.6 \text{ GJ/t} = 1557065.29 \text{ GJ}$$

$$EP = CE \times FE$$

1557065.29 GJ \times 15.5 Kg C/GJ = 24134.51 tonnes du Carbone

$$CCI \text{ (C non oxydé)} = \text{Teneur en C} \times F_{oxy}$$

$$24134.51 \times 0.995 = 24013.83 \text{ tonnes de C oxydé}$$

$$E_{CO2} = \text{tonnage de C émis} \times M \text{ du CO}_2 / M \text{ du C}$$

$$24013.83 \times 44/12 = 88050.74 \text{ tonnes de CO}_2 \text{ émis.}$$

Tel que ρ : est la masse volumique du gaz de vente (elle est calculé en fonction de la composition du gaz d'après une analyse faite au niveau du laboratoire de l'entreprise)

CE : consommation énergétique

PCI : pouvoir calorifique inférieur

EP : émission potentielle du carbone

FE : facteur d'émission du carbone

F_{oxy} : facteur d'oxydation

M : masse molaire

CCI : Correction pour combustion incomplète

E_{CO2} : émission de CO₂

Conversion en équivalent CO₂: Le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Etude du Climat) a défini des équivalents d'émissions de CO₂ pour 5 groupes de gaz à effet de serre, CH₄, NO_x, CFC, HFC, SF₆. [7] TABLEU.3

TABLEAU.3
Valeurs Equivalentes De CO₂

	kg équ CO ₂ par kg
CO ₂	2
CH ₄	21
N ₂ O	310

Le TABLEAU 4 contient les résultats des émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO₂:

	Torches	Pompes d'injection d'eau douce
	Q* = 115.05 t	Q* = 0.0998 t
Tonnes équ CO ₂	327.62	0.4142

C. interprétation des résultats

La combustion du gaz naturel ne produit pas de poussières, presque pas d'oxyde d'azote (NO_x) et ne laisse pas de cendre, et comme le pétrole et le gaz algériens contiennent peu de soufre quasiment aucune pollution locale par les oxydes des soufres.

Cependant le gaz brûlé libère dans l'atmosphère du dioxyde de carbone qui était auparavant stocké pendant des millions d'années dans le sous-sol. La libération de ce carbone piégé contribue ainsi à l'effet de serre.

Lorsqu'on parle de l'effet de serre, on ne va pas parler seulement de CO₂ mais aussi de CH₄ et le N₂O, et on exprime le tout en équivalent de CO₂.

D'après des calculs faits [8] (voir le TABLEU.5) au niveau des installations du traitement du gaz (SRGA, SBC, MPP0) dans la région de Hassi R'mel, on a trouvé que la quantité d'équivalent de CO₂ émis par une installation pétrolière est très grande par rapport à une installation gazière.

TABLEAU.5

Quantités D'équivalent Co₂ Emises Par Des Différentes Installations De Hassi R'mel

Installation	CTH ₁	SRAGA	SBC	MPP0
Tonnes en d'équivalent CO ₂	328.03	1.034279	0.00879	0.01297

Remarque : Les calculs sont faits pour une unité fonctionnelle d'une tonne du produit par an.

Le graphe suivant exprime ces résultats :



Le 2^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

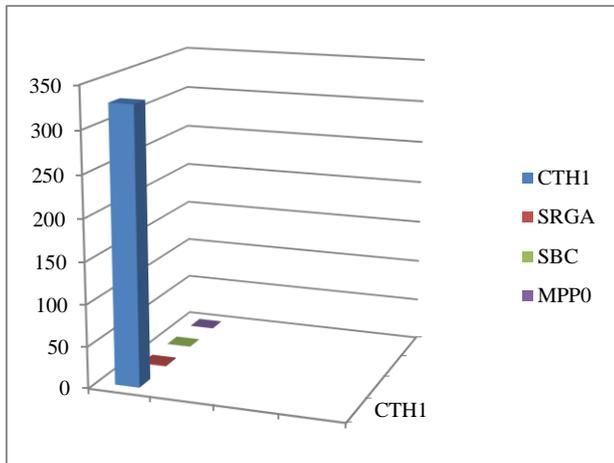
The 2nd International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



Comparaison entre les différentes installations

IV. CONCLUSION



SRGA : station de récupération du gaz associé, SBC : station de boosting centre, MPP0 : module 0

Ces résultats peuvent être expliqués par :

Premièrement, la non fiabilité des technologies utilisées d'une part au niveau de traitement d'huile et d'autre part au niveau de la récupération du gaz associé, deuxièmement, par des conditions et des mesures de sécurité (dégazage pour éviter les explosions) Et troisièmement, que le gaz est une énergie propre par apport au pétrole.

D'après ce qu'on a trouvé comme résultats, on a pu toucher le but souhaité de cette étude où on a mesuré le degré de significativité de l'impact sur l'atmosphère dû à l'utilisation d'énergies fossiles et qu'on puisse l'éviter si on la remplace par la production des énergies renouvelables.

Les Energies renouvelables restent parmi les meilleurs solutions qu'elles contribuent à la réduction des effets de réchauffement climatique, si elles sont mises en œuvre correctement, et elles peuvent jouer un rôle très important dans la protection d'environnement et de la santé humaine.

REFERENCES

- [1] Rapport spécial sur les sources d'énergie renouvelable et l'atténuation du changement climatique, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2011.
- [2] Bernard Tissot. *Quel avenir pour les combustibles fossiles*, Article paru aux comptes rendus de l'Académie des Sciences T333, n°12, série Iia, 2001, numéro spécial « Energies et climat », pp 787-796. France.
- [3] Gilles Carbonnier and Jacques Grinevald, Dossier Energie et développement, Revue, Évolutions des politiques de développement, p. 9-28, 2011.
- [4] Présentation de l'anneau d'huile dans la région de Hassi R'mel, document de l'entreprise.
- [5] Rapport annuel de l'entreprise, division HSE, 2009.
- [6] Fiche-guide de TD sur le calcul des émissions de CO2 dans les cycles à combustion, 9 juin 2006.
- [7] Site internet d'IPCC, www.ipcc.ch
- [8] Benhammouda A, Ghazi S. (2006), Evaluation de la pollution des installations de traitement d'hydrocarbures au niveau du champ gazier de Hassi R'mel (zone centre)