

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département Economie et commercialisation des hydrocarbures

Mémoire de Master

Présenté par

BOUTERAA Mouafek

&

MESSAOUDI Afnan

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Economie des hydrocarbures

***Evolution De La Consommation Nationale Du Gaz Naturel En
Algérie Et Ses Conséquences Sur Le Long Terme***

Devant le jury :

Mme. KHADRAOUI Fahima	MCB	UMBB	Examineur
Mme. YASAA Yasmine	MCB	UMBB	Examineur
Mr. REGHIS Rabah	DOCTEUR	UMBB	Promoteur

Année Universitaire : 2021/2022

Résumé

Le gaz naturel joue un rôle primordial dans la réalisation des grands équilibres macroéconomique en Algérie. Cette ressource d'énergie représente le choix fondamental de l'Algérie en matière de couverture des besoins énergétiques à long terme.

L'objectif de notre travail est de prédire l'évolution de la demande de gaz naturel jusqu'en 2035 compte tenu de l'augmentation de la consommation ces dernières années et de son impact sur le volume de gaz naturel destiné à l'exportation qui conduit à une crise économique interne, et en plus de proposer des solutions inévitables pour tenter de limiter cette augmentation.

Abstract

Natural gas plays a major role in achieving key macroeconomic balances in Algeria. This energy resource represents Algeria's primary option in terms of covering its long-term energy needs.

The goal of our work is to anticipate the development of demand for natural gas until 2035, taking into account the increase in consumption in recent years and its impact on the volume of natural gas destined for export, which may lead to an internal economic crisis, in addition to proposing inevitable solutions to try to limit this increase.

ملخص

يلعب الغاز الطبيعي دوراً رئيسياً في تحقيق التوازنات الاقتصادية الكلية الرئيسية في الجزائر. يمثل مورد الطاقة هذا الخيار الأساسي للجزائر من حيث تغطية احتياجات الطاقة على المدى الطويل.

الهدف من عملنا هو توقع تطور الطلب على الغاز الطبيعي حتى عام 2035 مع الأخذ بعين الاعتبار الزيادة في الاستهلاك في السنوات الأخيرة وتأثيرها على حجم الغاز الطبيعي الموجه للتصدير والذي قد يؤدي إلى أزمة اقتصادية داخلية، وإضافة إلى اقتراح حلول حتمية لمحاولة الحد من هذه الزيادة.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier avant tout Allah le tout-puissant de nous avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue d'obtenir notre diplôme. Par la même occasion, nous tenons à remercier tous ceux qui nous étaient chers et qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir : C'est avec un plaisir particulier que nous remercions Mr REGHIS Rabah qui a suivi de près notre travail et pour son aide et sa disponibilité.

Tous les membres de jury qui nous feront l'honneur d'examiner et de juger nos travaux. Tous les enseignants de la faculté des hydrocarbures et de la chimie qui ont participé à notre formation.

Nous remercions très vivement le personnel de SONELGAZ, spécialement Mr. KHELIL Bachir et Mr BOUZIDI Sebti, pour leurs encouragements et leurs aides, tous nos chers amis (e)s et collègues, qui nous ont toujours aidés et soutenus ; tous les membres de nos familles qui nous ont tant encouragés et soutenus tout au long de nos cursus scolaires et universitaires, particulièrement à nos chers parents, qui sans eux nous n'aurons pas eu l'énergie nécessaire pour parvenir à la fin de nos cycles.

DÉDICACE

Tout d'abord, nous remercions ALLAH le tout-puissant qui nous a donné l'aide et la confiance pour faire ce travail, c'est grâce à lui que je suis arrivé là. Je dédie ce mémoire à : A Ma chère mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices, consentis et ses précieux conseils, pour son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude. A Mon cher père, mon exemple éternel, mon soutien moral, et ma source de joie, et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde pour moi. Puisse Dieu le tout puissant, Vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur mes chères parents. A Mes deux chères ; grand frère Moufdi et ma petite soeur Takwa, Je prie dieu pour qu'il me les garde toujours. A mes cousins. A toute ma grande famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, (mes tantes, mes oncles et leurs fils et filles), Que dieu leur procure bonne santé et longue vie. À mon binôme Afnan avec qui j'ai partagé ce modeste travail. A tous mes chères amis de groupe MAEH17, en particulier Achraf, Amir, Mahdi, Brahim, Tarek, Yassine, Oualid et Noureddine. A tous mes amis de promotion H17 spécialement Midou, Yazid, Imad, Omar, Abdou, Zakí, Amine, Boualam. Et sans oublié mon chère ami ; Ishak. Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures. À tous ceux qui m'aiment de près ou de loin sans exception avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Mouafek

Dédicace

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire :

A mon très cher père.

Et particulièrement à ma très chère maman « Que dieu aie son âme ».

A mes frères ISLAM, OUSSAMA, ANES, Bassem.

À mon binôme MOIFEK avec qui j'ai partagé ce modeste travail.

A mes chères amis spécialement kenza, Boutheïna, sabah.

Afnan

Sommaire

Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Liste des Graphes	VII
Introduction générale et problématique.....	A
Chapitre I.....	1
Introduction	2
1. Groupe SONATRACH	3
1.1. Présentation de SONATRACH	3
1.2. Historique.....	3
1.3. Missions de la SONATRACH.....	5
1.4. Organisation de la SONATRACH	6
2. Groupe SONELGAZ.....	9
2.1. Présentation du SONELGAZ	9
2.2. Historique de SONELGAZ	10
2.3. Organigramme de SONELGAZ	13
2.4. Filiales de SONELGAZ.....	14
2.4.1. Les filiales métiers	15
2.4.2. Les filiales Travaux	17
2.4.3. Les filiales périphériques	18
2.4.4. Les participations	22
2.5. Missions de SONELGAZ.....	23
2.5.1. Electricité	23
2.5.2. GAZ	23
Conclusion.....	24
Chapitre II	27
Introduction	26
Section 01 : Généralités sur le Gaz Naturel	27
1. Description	27
2. Nature et caractérisation des différents types de gaz	27
2.1. Les types du gaz nature selon leurs origines	27
2.2. Les types du gaz naturel selon leur condition de pression et leur température dans le gisement	30
3. Propriétés physiques et chimiques	30
3.1. Propriétés physiques	30

3.2. Propriétés chimiques	31
4. Composition	31
5. Origine du gaz naturel ¹³	32
6. Combustion	33
7. Pouvoir calorifique	34
8. Densité d'un mélange d'hydrocarbure (16).....	35
9. Indice de WOBBE	35
10. Limites d'inflammabilité.....	36
11. Température d'auto inflammation	36
12. Réserves mondiales de gaz naturel en 2021	37
12.1. Les grandes réserves du gaz naturel dans le monde.....	37
12.2. L'évolution des réserves de gaz connues au fil des années.....	38
13. La production mondiale de gaz naturel en 2021.....	39
14. La consommation mondiale de gaz naturel en 2021.....	40
15. Demande mondial de gaz naturel en 2020 et impacte de la pandémie de la covid-19	41
Section 02 : Le gaz en Algérie.....	43
1. Les grands gisements du gaz en Algérie	43
1.1. Présentation du champ Hassi R'mel	44
1.2. Présentation de la région de Rhourde Nouss	46
1.3. Présentation de la région In Amenas	47
1.4. Présentation du champ Tiguentourine (TG) ²¹	48
1.5. Le champ gazier de Timimoune	48
1.6. La capacité de production de gaz dans les grands gisements	49
2. La chaine gazière	49
2.1. La prospection géologique en surface	49
2.2. La prospection géophysique en profondeur ²³	50
2.3. Les forages d'exploration ²³	51
2.3.1. Concept du forage d'exploration.....	51
2.3.2. Types de forage	53
2.4. Exploitation des puits de gaz naturel ²⁴	54
2.5. Traitement du gaz naturel ²⁴	55
2.6. La distribution	55
2.7. Exportation	55
3. Les défis internes et externes auxquels l'Algérie est confrontée dans le secteur du gaz	56
3.1. La découverte de nouveaux gisements et l'intensité de la concurrence.....	57

3.2. Le développement des technologies de transport de gaz liquéfié et l'utilisation du gaz de schiste	58
3.3. L'augmentation de la demande interne du gaz et l'émergence de crises économiques en Europe	59
4. L'avenir du secteur gazier algérien après les transformations en cours sur les marchés mondiaux du gaz ²⁷	60
4.1. La politique publique algérienne dans le domaine du traitement du gaz	60
4.2. La politique de commercialisation du gaz naturel à l'étranger.....	61
Conclusion.....	63
Chapitre III.....	64
Introduction	65
1. La place du gaz dans la consommation de l'énergie	66
2. La stratégie de développement de l'industrie du gaz naturel en Algérie ²⁸	68
2.1. Le développement des infrastructures.....	68
2.2. Le développement des capacités de réalisation.....	70
2.3. Le développement de la capacité de fabrication du matériel	70
2.4. Une tarification favorable.....	71
3. Evolution de la demande depuis 2001.....	71
4. L'évolution de la demande par région en Algérie	72
5. Généralité sur les centrales électriques	76
5.1. Les types des centrales électriques en Algérie.....	76
5.1.1. Centrale thermique à vapeur	76
5.1.2. Centrale thermique a gaz.....	77
5.1.3. Centrale hydraulique	78
5.1.4. Cycle combiné	79
5.2. Capacité nationale de production d'énergie électrique en Algérie	79
5.3. Évolution de la part du gaz que consomment les centrales électriques	82
6. Programmes d'Electrification et de gazéification ²⁸	84
Conclusion.....	86
Chapitre IV	85
Introduction	88
Section 01 : Revue théorique sur les modelés économétriques de prévision	89
1. Définition et fondement de la prévision	89
1.1. Définition.....	89
1.2. Fondement.....	89

1.3.	Utilité et conséquences de la prévision.....	89
1.3.1.	Utilité	89
1.3.2.	Conséquences	90
1.4.	Horizon des prévisions de la demande ³³	90
1.5.	Les méthodes qualitatives	91
1.5.1.	La méthode de sondage d'opinion.....	91
1.5.2.	La méthode de comparaison (ou analogie historique)	91
1.5.3.	La méthode de Delphes (ou méthode Delphi)	91
1.5.4.	Les études de marché	91
1.6.	Les méthodes quantitatives.....	92
1.6.1.	Les méthode d'ajustement	92
1.6.2.	Les méthodes de lissage.....	94
2.	Étapes du processus de prévision	99
2.1.	Définition du problème	99
2.2.	Recherche des données.....	100
2.3.	Analyse préliminaire	100
2.4.	Choix de la méthode de prévision	100
2.5.	Utilisation et évaluation du modèle.....	100
Section 02 : Application du modèle de régression		102
1.	Modèle de prévision pour la demande.....	102
1.1.	Evolution de la demande nationale du gaz naturel en Algérie [34]	103
1.2.	Coefficient de corrélation.....	103
1.3.	Estimation des paramètres par le coefficient de corrélation	104
1.4.	Application du modèle exponentielle	108
2.	Modèle de prévision pour la production	110
2.1.	Evolution de la production du GN	111
	Source :.....	111
2.2.	Coefficient de corrélation.....	111
2.3.	Estimation des paramètres par le coefficient de corrélation	112
2.4.	Application du modèle exponentielle	116
3.	Les conséquences attendues après notre étude	118
Conclusion.....		120
Bibliographie.....		IX

Liste des figures

Figure I.1 : Organigramme du SONATRACH	8
Figure I.2 : Schéma organisationnel du groupe SONELGAZ	10
Figure I.3 : Organigramme de SONELGAZ	13
Figure I.4 : Les filiales du Groupe SONELGAZ	14
Figure II.5 : Schéma des différents types de source géologique du gaz naturel	29
Figure II.6 : Combustion du méthane dans le dioxygène	33
Figure II.7: Température d'auto inflammation de certains gaz	37
Figure II.8 : La Situation géographique du Hassi R'mel	44
Figure II.9 : Situation géographique de la région	47
Figure II.10 : Prospection géophysique sur terre	50
Figure II.11 : Prospection géophysique offshore	51
Figure II.12 : Les forages d'exploration	52
Figure II.13 : Schéma réalisé par l'IFP montrant deux cas de fracturation hydraulique.....	54
Figure III.14 : Centrale thermique à vapeur	77
Figure III.15 : centrale thermique à gaz	78
Figure III.16 : Centrale Hydraulique	78
Figure III.17 : Cycle combine	79
Figure IV.18 : Schéma des Étapes du processus de prévision	99

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Les propriétés physiques du gaz naturel	31
Tableau II .2 : Caractéristiques de quelques gisements de gaz naturel : les compositions sont données en % en volume	32
Tableau II.3 : Les grandes réserves du gaz naturel dans le monde	38
Tableau II.4 : production de gaz dans les grands gisements	49
Tableau III5 :L'évolution de la demande par région en Algérie	75
Tableau III.6 : La liste des centrales électriques en Algérie	80
Tableau III.7 : Évolution de la part du gaz que consomment les centrales électriques pendant les deux dernières décennies	83
Tableau IV.8 : Evolution de la demande nationale du gaz naturel en Algérie	103
Tableau IV.9 : Tableau des variances entre x (les années) et y (la consommation nationale)	104
Tableau IV.10 : Calcule des variances entre $\ln(x)$ et y	105
Tableau IV.11 : Calcule des variances entre $\ln(x)$ et $\ln(y)$	106
Tableau IV.12 : Calcule des variances entre x et $\ln(y)$	107
Tableau IV.13 : Les coefficients de corrélation pour la consommation	108
Tableau IV.14 : Prévisions de la demande nationale du gaz	109
Tableau IV.15 : Evolution de la production du GN	111
Tableau IV.16 : Tableau des variances entre x (les années) et y (la production)	112
Tableau IV.17 : Calcule des variances entre $\ln(x)$ et y	113
Tableau IV.18 : Calcule des variances entre $\ln(x)$ et $\ln(y)$	114
Tableau IV.19 : Calcule des variances entre x et $\ln(y)$	115
Tableau IV.20 : Les coefficients de corrélation pour la production	116
Tableau IV.21 : Les prévisions sur la production du gaz naturel en Algérie à l'horizon 2035	117
Tableau IV.22 : les conséquences de l'augmentation de la demande nationale sur l'exportation	118

Liste des Graphes

Graphe II.1 : Evolution des réserves mondiales de gaz naturel	39
Graphe II.2 : Répartition de la production mondiale en 2021	39
Graphe II.3 : Evolution de la consommation mondiale 1990-2020	40
Graphe II.4 : Répartition des réserves gazières en Algérie	43
Graphe II.5 : La production de l'Algérie et de ses principaux concurrents dans le domaine du gaz naturel en 2021	57
Graphe III.6 : Structure de la consommation nationale de gaz en 1998	67
Graphe III.7 : évolution de la demande nationale depuis 2001	71
Graphe III.8 : consommation de gaz naturel par type d'utilisateurs en %	73
Graphe III.9 :L'évolution de la demande par région en Algérie	73
Graphe III.10 : taux de consommation de gaz naturel par type d'utilisateurs en %	74
Graphe III.11 : consommation de gaz naturel par zone géographique	75
Graphe IV.12 : méthode d'ajustement linéaire	92
Graphe IV.13 : L'ajustement par la méthode des points moyens	93
Graphe IV.14 : La méthode des moindres carrés	94
Graphe IV.15 : Ajustement linéaire de la forme $y = ax + b$ avec $a > 0$	95
Graphe IV.16 : Ajustement linéaire de la forme $y = ax + b$ avec $a < 0$ et $b > 0$	96
Graphe IV.17 : Linéarisation d'un modèle exponentiel	96
Graphe IV.18 : Linéarisation d'un modèle puissance	97
Graphe IV.19 : Linéarisation d'un modèle logarithme	97
Graphe IV.20 : Présentation graphique de la prévision de consommation du gaz naturel à IV l'horizon 2035	109
Graphe IV.21 : prévision de la production nationale de gaz naturel	117
Graphe IV.22 : Evolution de l'exportation	119

Les abréviations

SONATRACH : Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures

SONELGAZ : Société Nationale de l'électricité et du gaz

GN : Gaz naturel

GNL : Gaz naturel liquéfié

CEI : Commission électrotechnique internationale

IFP : institut Français de pétrole

HT : haute tension

BT : baisse tension

MT : moyen tension

MDA/GDA : milliard dinar algérien

GM³ : milliard metre cube

MW : megawatt

KWh : kilowatt-heure

Mj : mega joule

Km : kilometer

Nm³ : normal meter cube

Introduction générale et problématique

Pendant longtemps, le gaz naturel a été considéré comme un sous-produit du pétrole car il était brûlé à la torche au niveau de nombreux gisements. Il a commencé à être utilisé aux Etats-Unis dans l'industrie d'abord, puis pour des usages domestiques en se substituant peu à peu au gaz manufacturé. Actuellement, le gaz naturel joue un rôle énergétique croissant. L'importance de ses réserves et les avantages qu'il présente sur le plan environnemental favorisent son utilisation dans plusieurs secteurs, notamment dans la génération d'électricité. Le gaz naturel est un mélange souvent très riche en méthane et qui contient généralement en proportions décroissantes tous les hydrocarbures saturés jusqu'à des points d'ébullition supérieurs à 200°C. En outre il renferme en proportions variables de l'Azote, du gaz carbonique, des composés sulfurés ainsi que de l'eau provenant de la couche productrice. Il se trouve sous pression dans les roches poreuses du sous-sol, souvent en solution avec du pétrole brut ou du condensât.

Le gaz naturel difficilement transportable par les moyens de l'époque avant la mise en œuvre de sa liquéfaction, il n'entre que lentement dans le bilan énergétique mondial, passant de 0,1% au début des années 1880 à 1% en 1915, 5% en 1945, 10% en 1958 avant de franchir le seuil des 20% au tournant du 21^e siècle puis de quasiment se stabiliser. Son véritable décollage comme source d'énergie mondiale date donc des années 1960. Trente ans plus tard, 85 pays disent se partager les ressources gazières connues. Tout est question de le produire et surtout d'en disposer.

Il se trouve justement que l'Algérie en conventionnel et non conventionnel, elle possède des réserves immenses en gaz naturel à savoir le champ de Hassi R'mel, qui compte parmi est le plus grand à l'échelle mondiale. L'Algérie est placée au quatrième rang, en possédant 10% environ des réserves mondiales, avec selon les chiffres avancées par SONATRACH, 4 500 milliards de m³ (Bm³) en conventionnel et près de 20 000 milliards de m³ (Bm³) en gaz de schiste. Elle est classée le 7^e pays exportateur du gaz naturel au monde. L'Algérie, est fortement handicapée par une consommation domestique en croissance d'année en année et qui entrave progressivement ses objectifs divers à l'exportation.

La consommation de gaz en Algérie continue d'augmenter. Nous ne sommes pas toujours proches du moment où le stock de gaz disponible pour répondre aux besoins sera réduit, ce qui pourrait affecter la capacité de l'Algérie à faire face à ses obligations gazières envers l'étranger.

Dans l'état actuel des connaissances, la disponibilité du pétrole et du gaz en Algérie n'est pas une contrainte mondiale majeure. Cependant, cela peut le devenir sur un horizon difficile à définir précisément, mais qui se rapproche chaque jour eu égard à la consommation toujours croissante de gaz. Pour cela, l'analyse prédictive des besoins en gaz naturel devient un atout pour la bonne gestion de nos ressources naturelles.

L'étude prévisionnelle consiste à explorer quels sont les voies perspectives en tenant compte de l'existant, pour aider à la détermination des futurs souhaitables et à l'identification des moyens à mettre en œuvre pour les atteindre. L'exploration de la situation future n'est généralement pas injustifiée et a le plus souvent pour objectif d'envisager la diversité des évolutions possibles pour mettre au jour les voies et les moyens qui permettraient de se diriger vers des futurs choisis plutôt que vers des futurs subis.

La prévision est donc une démarche mobilisable au service de la politique et de la stratégie parce que les décisions à prendre dans le domaine de l'énergie déterminent pour une large part le développement économique du pays et ont des répercussions sur la vie sociale et le bien-être de la population. C'est ainsi que l'entreprise SONATRACH, et plus particulièrement la direction étude de marché et planification s'intéresse aux prévisions de la consommation du gaz afin de faire face à la demande de sa clientèle, mais aussi orienter sa politique commerciale (prix, marketing prospection ...etc.). En plus, la fiscalité tirée des recettes de la vente du gaz, le plus important en volume pour le cas de l'Algérie, reste un gage pour accompagner le programme actuel du gouvernement vers la diversification de l'économie nationale

C'est dans ce but que nous avons choisi comme sujet de mémoire de faire une étude scientifique qui vise d'élaborer un modèle prévisionnel sur la consommation nationale du gaz naturel pour la distribution publique. Dans cette étude, nous avons tout d'abord considéré une panoplie de méthodes entre autre : linéaire, exponentielle, logarithmique et la régression puissance, afin de déterminer laquelle serait la mieux adaptée à notre problématique. Après analyse, et afin de

répondre aux questionnements de notre problématique, nous avons opté pour la méthode de régression exponentielle qui s'adapte mieux à la situation dont il est question. Ainsi, notre problématique est d'établir des projections de consommation de gaz, à l'horizon 2035, afin de déterminer si l'entreprise SONATRACH pourra subvenir aux besoins de sa clientèle et tenir ses engagements en termes d'approvisionnement du marché national d'une part et de continuer à satisfaire leurs clients à l'extérieur du pays d'autre part. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons divisé notre mémoire en quatre parties :

La première concerne la présentation de SONATRACH qui produit le gaz et SONELGAZ qui le distribue sous ses différentes formes avec quelques généralités techniques sur la matière en elle-même. (Gaz)

La seconde partie expose la chaîne gazière et les notions de bases concernant notre problématique. Dans la troisième partie, on a présenté la théorie relative aux méthodes de prévision.

Nous finirons par une partie pratique que nous avons réservée à l'étude prévisionnelle à long terme de la consommation du gaz pour l'horizon 2035 que nous discuterons en détail pour conclure par des recommandations.

Chapitre I

Présentation de SONATRACH et SONELGAZ

Introduction

Dans ce chapitre nous commencerons par présenter les groupes SONATRACH, SONELGAZ, et leurs principales missions ainsi que leurs organisations,

1. Groupe SONATRACH ¹

1.1. Présentation de SONATRACH

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisations, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivées. Elle a pour missions de valoriser de façon optimale les ressources nationales d'hydrocarbures et de créer des richesses au service du développement économique et social du pays. Compagnie pétrolière intégrée, SONATRACH est un acteur majeur dans le domaine du pétrole et du gaz. Ce qui la place, aujourd'hui, première compagnie d'hydrocarbures en Afrique et en Méditerranée. Elle exerce ses activités dans quatre principaux domaines l'Amont, l'Aval, le Transport par Canalisations et la commercialisation. Elle est présente dans plusieurs projets avec différents partenaires en Afrique, en Amérique Latine et en Europe. SONATRACH s'est adaptée au nouvel environnement économique mondial en diversifiant ses activités. Et, a, par conséquent, investit d'autres créneaux économiques notamment la génération électrique, l'eau, le transport aérien et maritime. Aujourd'hui, SONATRACH s'affirme non seulement comme un groupe international à vocation pétrolière et gazière, mais comme une compagnie solidaire, responsable et citoyenne. Elle s'est engagée en faveur du développement économique, social et culturel des populations ; elle s'est fixée des priorités incontournables en matière de HSE et s'est impliquée résolument dans la protection de l'environnement et la préservation des écosystèmes.

1.2. Historique

Créé le 31 Décembre 1963 par le décret 69/491, SONATRACH (Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures) avait comme objectif à ses débuts la prise en charge du transport et de la commercialisation des hydrocarbures.

Le premier défi de la jeune société était la construction de l'Oléoduc Haoud EL Hamra Arzew d'une longueur de 801 km et d'un diamètre de 28 pouces pour le transport du pétrole brut.

¹ <https://sonatrach.com/>

Ensuite, le champ d'activité de la SONATRACH s'est considérablement élargi. Elle Allait ainsi se transformer progressivement en une société intégrée qui se présente à tous les stades de l'industriepétrolière : la recherche, la production et la transformation.

La décision de nationalisation du 24 Février 1971 ouvre une nouvelle ère et un nouvel essor.

Pour la SONATRACH qui entame dès le début des années 1970 une lourde tâche consistant à la valorisation des hydrocarbures par le développement de toutes les branches de l'industrie pétrolière, depuis l'exploration en amont jusqu'à la pétrochimie en aval. Restructurée au début des années 80, la SONATRACH se retire des activités de services pétroliers, de la pétrochimie, du raffinage et de la distribution., tout en demeurant un acteur prééminent dans le secteur des hydrocarbures, cette restructuration a donné naissance à 17 grandes entreprises nationales autonomes, aujourd'hui sont au nombre de 14 filiales.

Les deux lois de 1986 et 1991 ont permis à la SONATRACH d'entrer avec son grand patrimoine dans des négociations et des accords avec des compagnies étrangères sur des Gisements de gaz et de pétrole existantes. De ce fait, plusieurs contrats ont été signés en 1995 et 1996 pour l'exploration et l'exploitation.

Le décret présidentiel n 98-48 du 11 Février 1998 a modifié les statuts, la forme Juridique de la SONATRACH et définit son objet social et ses organes. En vertu de ce décret, Elle devient une SPA disposant d'un capital social de 277 milliards de dinars, réparti en 277 Mille actions d'un million de dinars chacune, entièrement et exclusivement souscrit et libéré par l'Etat.

➤ Rappel de certaines dates fondamentales dans l'organisation de la SONATRACH

1963 : Le gouvernement algérien crée la Société Nationale de Transport et de Commercialisation des Hydrocarbures.

1966 : Le nom est allongé à la Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation et la Commercialisation des hydrocarbures.

1971 : la nationalisation des hydrocarbures décidée par l'**Algérie** en février 1971 inscrit la compagnie nationale des hydrocarbures dans une nouvelle dynamique, Cette année-là est aussi marquée par l'acquisition du premier méthanier baptisé au nom du gisement gazier de Hassi R'mel.

En 1996 : la mise en place du gazoduc Afrique-Europe le Pedro Duran Farell qui approvisionne l'**Espagne** et le **Portugal** via le **Maroc**. Sa capacité est de plus de 11 milliards m³ de gaz par an

2003 SONATRACH forme une coentreprise avec BP pour distribuer du gaz naturel liquéfié au Royaume-Uni.

1.3. Missions de la SONATRACH

Les missions dévolues à la SONATRACH vu son rôle moteur dans la dynamique du développement de l'économie du pays, tant en Algérie qu'à l'étranger sont :

- La prospection, la recherche et l'exploitation des hydrocarbures ;
- Le développement, l'exploitation et la gestion des réseaux de transport, de stockage et de chargement des hydrocarbures ;
- La liquéfaction du gaz naturel, le traitement et la valorisation des hydrocarbures gazeux ;
- La transformation et le raffinage des hydrocarbures ;
- La commercialisation des hydrocarbures ;
- Le développement de toute forme d'activités conjointes en Algérie et hors d'Algérie, avec des sociétés algériennes ou étrangères, la prise et la détention de tout portefeuille d'actions, les prises de participations et d'autres valeurs mobilières dans toute société existante en Algérie ou à l'étranger;
- L'approvisionnement du pays en hydrocarbures à moyen et long terme ;
- L'étude, la promotion et la valorisation de toute autre forme et source d'énergie ;
- Le développement par tous les moyens de toute activité ayant un lien direct ou indirect avec l'industrie des hydrocarbures et de toute activité pouvant engendrer un intérêt pour la SONATRACH, et généralement toute opération de quelque nature qu'elle soit, pouvant se rattacher directement ou indirectement à son objet social.

1.4. Organisation de la SONATRACH

La SONATRACH est organisée autour de ses métiers dans les activités où se crée la richesse et en assurant à ses activités appui et expérience à travers les fonctions centrales du groupe, elle se résume en trois points : la présidence, des structures opérationnelles para-métier, et des structures fonctionnelles.

La présidence. C'est un rôle de la société mère, qui assure les fonctions de pilotage stratégique et cohérence. Elle est présidée par un Président Directeur Général (PDG) nommé par décret présidentiel du 17 septembre 2003, le PDG s'appuie sur un Comité Exécutif, un Secrétaire Général et un Comité d'Examen et d'Orientation, il est aussi assisté par un Chef de Cabinet, de conseillers et de directeurs.

La Sûreté Interne de l'Entreprise (SIE), est une fonction rattachée au Président Directeur Général.

Structure opérationnels para-métiers : Ce sont un nombre homogène d'activités, fonctionnant selon les règles d'une entreprise autonome dans le cadre des objectifs stratégiques de la présidence.

Elles constituent l'espace de formation des richesses du groupe, et sont au nombre de quatre activités (Branches), exerçant des métiers de base, recentrant sur le développement du potentiel d'affaires en Algérie, avec un appui approprié au développement de ses activités internationales, il s'agit de :

- L'Activité Amon l '(AMT) ;
- L'Activité Transport par Canalisations (TRC) ;
- L'Activité Aval (AVL) ;
- L'activité Commercialisation (COM)

La responsabilité de chacune d'entre elles demeure confiée à un Vice-Président, également Administrateur de la SONATRACH.

Les filiales de participation de la SONATRACH, qui représentent pour certaines des entités pertinentes de l'exercice spécifique des métiers de base, et pour d'autres la volonté de diversification

du portefeuille du groupe. Elles sont aujourd'hui entièrement intégrées dans les stratégies opérationnelles de l'ensemble des activités en Algérie et à l'étranger.

Elles sont distribuées dans cinq "Holding" dont l'objectif et les missions sont fixées dans leurs statuts respectifs :

- Holding Service Parapétrolier (SPP) rattaché à l'Activité Amont :
- Holding SONATRACH Investissement et Participations (SIP) rattache à l'activité Transport pur Canalisations
- Holding Raffinage Chimie des Hydrocarbures (RCH) rattaché à l'Activité Aval :
- Holding SONATRACH Valorisation des Hydrocarbures (SVH) rattaché à l'Activité Commercialisation ;
- Et le SONATRACH International Holding Corporation (SIHIC) rattaché à la Direction Coordination Groupe Activité Internationale (DCG- INT).

Structures Fonctionnelles : Elles permettent de coordonner les stratégies, les politiques et les activités du groupe, en élaborant les instruments de pilotage et en faisons appui et expertise aux structures fonctionnelles.

Elles sont organisées en cinq Directions Coordination Groupe (DCG)

- DCG. Finances (FIN) ;
- DCG. Activité Internationales (INT) ;
- DCG. Activité Centrale (ACT) ;
- DCG. Stratégie, Planification et Economie (SPE)
- DCG. Ressources Humaines et Communication (RHC).

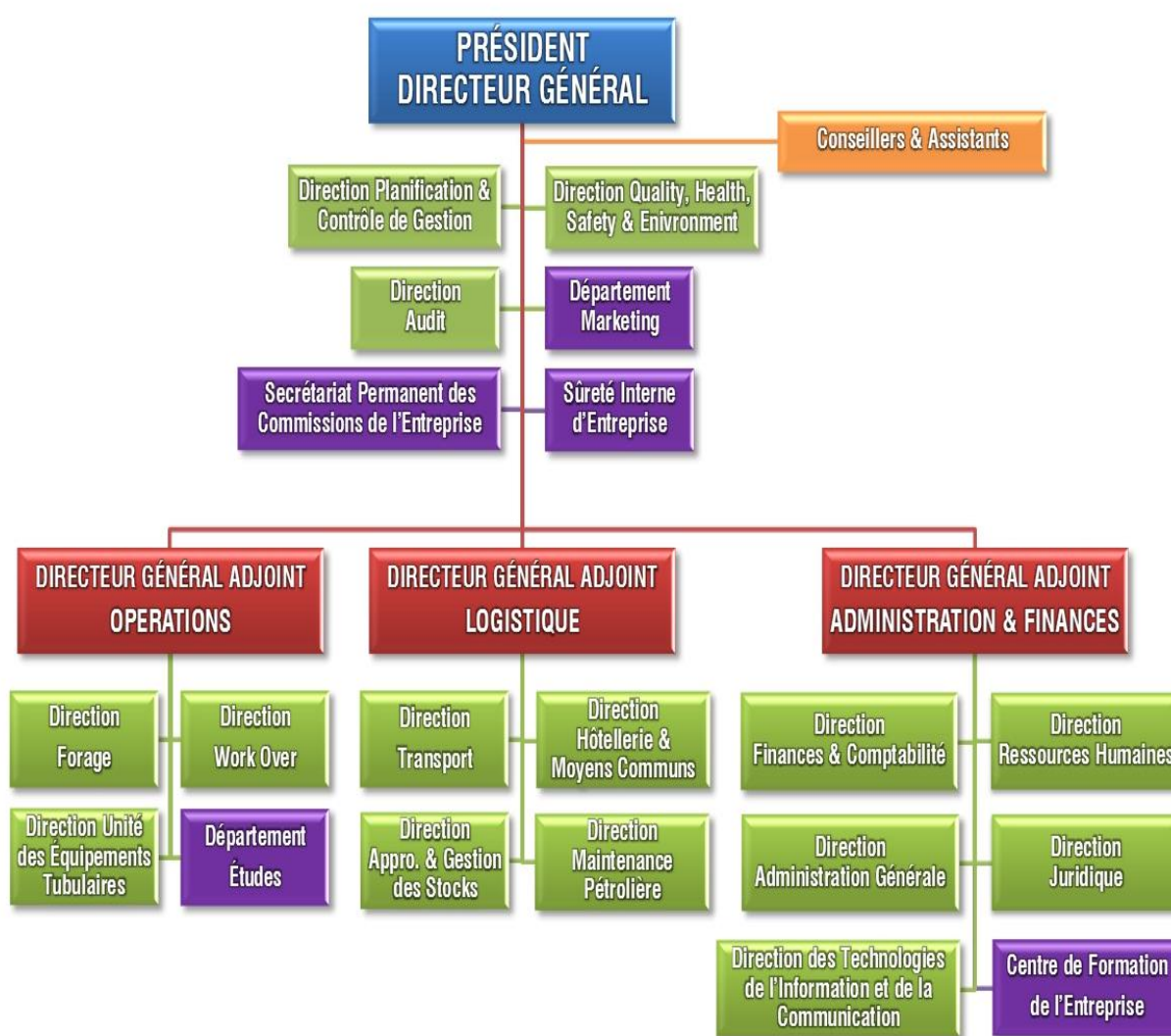
Les autres structures fonctionnelles sont organisées en Direction Centrales (DC) :

- DC. Audit Groupe (ADG)
- DC. Juridique (JUR) ;

- DC. Hygiène, Santé et Environnement (HSE):
- DC. Technique et Développement (TEC)

Les différentes fonctions décrites ci-dessus peuvent être représenté dans l'organigramme de la figure L.1. L'un des outils de base utilisé dans chaque organisme professionnel est L'organigramme.

Il s'agit d'une représentation schématique de la structure d'une entreprise ou d'une Organisation. Cette représentation est très importante et indispensable pour tout organisme professionnel.



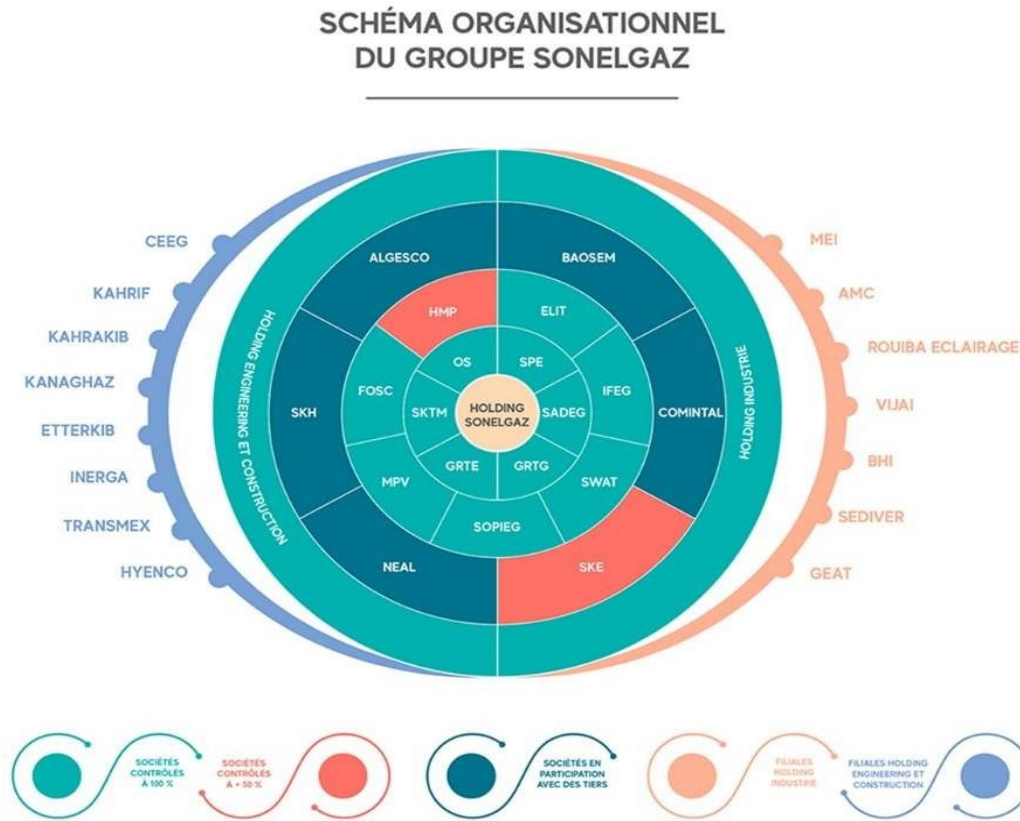
Source : Documentation de SONATRACH

Figure I.1 : Organigramme du SONATRACH

2. Groupe SONELGAZ

SONELGAZ a toujours joué un rôle majeur dans le développement économique et social du pays. Sa contribution dans la concrétisation de la politique énergétique nationale est à la mesure des importants programmes réalisés, en matière d'électrification rurale et de distribution publique gaz ; ce qui a permis de hisser le taux de couverture en électricité à 98% pour 10 494 000 clients et un taux de pénétration du gaz à 65% pour 6 451 000 clients. Aujourd'hui, le groupe SONELGAZ est composé de 21 sociétés dont 02 Holding, dont 14 sociétés directement pilotées par la Holding, 02 sociétés contrôlées à hauteur de 50 et 51% et de 05 sociétés en participations avec des tiers.³

³ <https://www.sonelgaz.dz/fr/category/qui-sommes-nous>



Source : Guide de SONELGAZ

Figure I.2 : Schéma organisationnel du groupe SONELGAZ

2.2. Historique de SONELGAZ ⁴

- En 1947 est créé, comme établissement public dénommé EGA « Électricité et Gaz d’Algérie », auquel est confié le monopole de production, transport et la distribution de l’électricité et du gaz.
- En 1962, et après quelques années, EGA est prise en charge par l’état algérien indépendant. Grâce à une formidable formation, l’encadrement et le personnel algérien prennent effectivement la gestion et assurent le fonctionnement de l’établissement.
- En 1969, EGA devient SONELGAZ, société nationale de l’électricité et du gaz ; à ce moment c’est déjà une entreprise de taille importante dont le personnel est de quelques 6000 agents.

⁴ Guide de SONELGAZ

La transformation de la société avait pour objectif de conférer à l'entreprise les capacités organisationnelles et gestionnaires pour accompagner et soutenir le développement économique du pays. Il s'agit notamment du développement industriel, et de l'accès du plus grand nombre à l'énergie électrique. (L'électrification rurale); projet inscrits dans le plan de développement élaboré par les autorités publiques.

- En 1983, l'entreprise se dote de cinq (05) filiales travaux spécialisées :
 - KAHRIF pour l'électrification
 - KAHRAKIB - Infrastructures et installation électrique
 - KANAGAZ - Réalisation des réseaux gaz
 - INERGA - Génie Civil
 - ETTERKIB – Montage industriel

Et l'entreprise AMC - Fabrication des compteurs et Appareils de
Mesure et de Contrôle

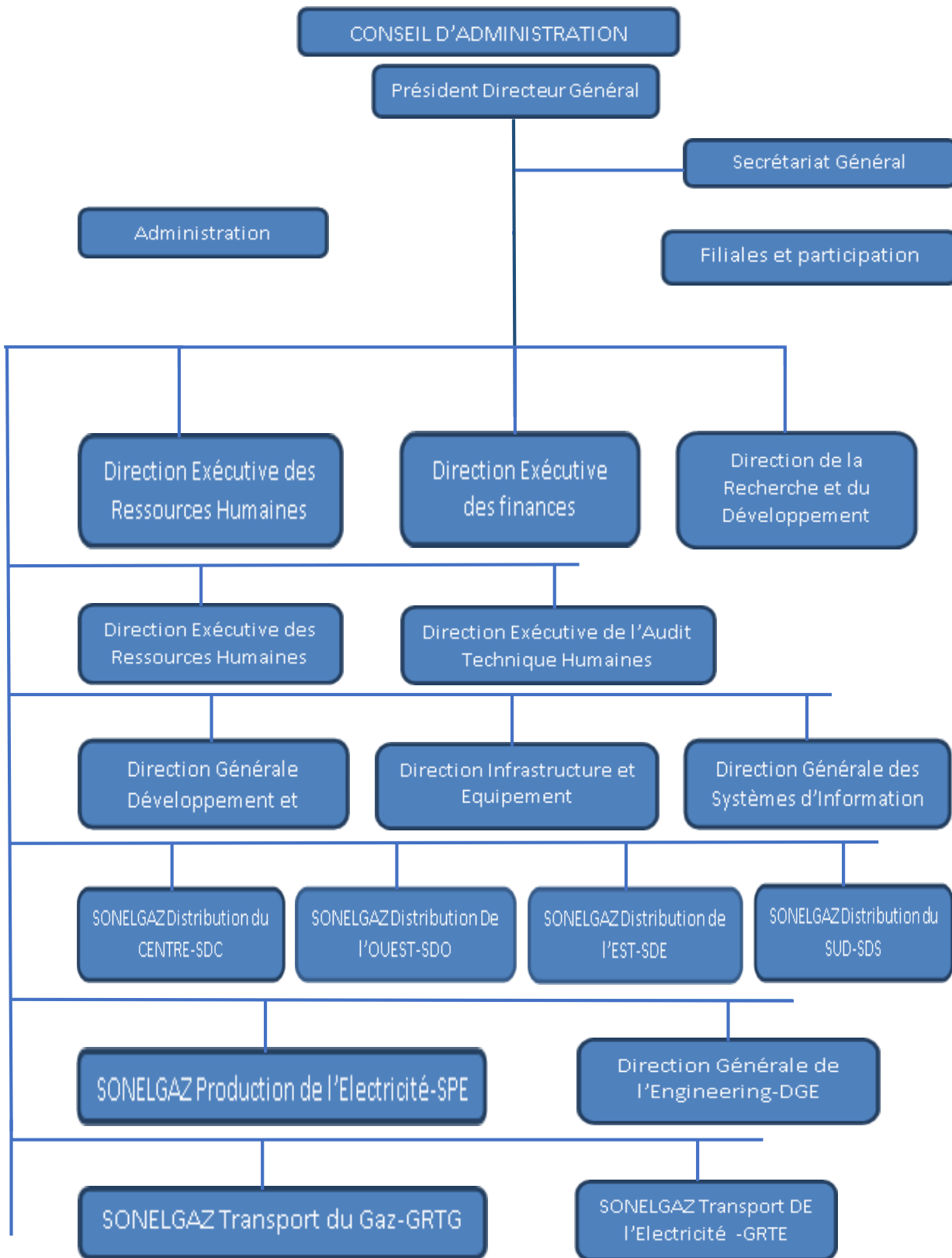
- C'est grâce à ces filiales que SONELGAZ dispose actuellement d'infrastructures électriques et gazières répondant aux besoins du développement économique et social du pays.
- En 1991 SONELGAZ devient Établissement Public à caractère industriel et commercial (EPIC) ; la reprise de statut, tout en confirmant la mission de service public pose la nécessité de la gestion économique et de la prise en compte de la commercialité.
- En 2002, l'établissement devient une Société par action (SPA).

Cette promotion donne à SONELGAZ la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie et aussi d'intervenir hors des frontières de l'Algérie. En tant que SPA elle doit détenir un portefeuille d'actions et autres valeurs mobilière et à la possibilité de prendre des participations dans d'autres sociétés.

- En 2004, SONELGAZ devient un holding ou groupe d'entreprises.
- Durant les années 2004 à 2006, SONELGAZ se restructure en filiales chargées de ses activités de base :

- SONELGAZ Production Électricité (SPE)
- Gestionnaire Réseau Transport Électricité (GRTE)
- Gestionnaire Réseau Transport Gaz (GRTG)
- En 2006 la fonction distribution est structurée en quatre filiales :
 - SDA : SONELGAZ Distribution Alger
 - SDC: SONELGAZ Distribution Centre
 - SDE: SONELGAZ Distribution Est
 - SDO: SONELGAZ Distribution Ouest

2.3. Organigramme de SONELGAZ



Source : Guide de SONELGAZ

Figure I.3 : Organigramme de SONELGAZ

2.4. Filiales de SONELGAZ



Source : Guide de SONELGAZ

Figure I.4 : Les filiales du Groupe SONELGAZ

Les filiales de SONELGAZ sont classées principalement en trois types :

- Filiales Métiers
- Filiales Travaux
- Filiales Périphériques.

2.4.1. Les filiales métiers

SPE : SONELGAZ PRODUCTION DE L'ELECTRICITÉ

Puissance installée par filière : (2006-2007)

- TV 2740MW
- TG 3576MW
- TH 249MW
- DI 183MW

Nombre de centrales par filière

- TV 7 (certaines centrales TV comportent des grs TG)
- TG 19
- TH 4 (sans compter celles des basses chutes en nombre de 7)
- DI 10 plus les μ centrales

Emploie 3383 agents et réalise un CA de 34 Milliards DA (MDA).Siège : 700 bureaux gué de Constantine Alger

OyS : SONELGAZ OPÉRATEUR SYSTÈME ELECTRIQUE

- CNC et CRC/Alger
- CRC/Annaba
- CRC/Sétif
- CRC/Oran
- CRC/Hassi.Messoud

Emploie 71 agents.

SDA : SONELGAZ DISTRIBUTION ALGER

Elle couvre ALGER, Boumerdès et Tipaza. Elle emploie 2010 Agents et réalise un CA=16.242MDA.

- 15 337Km (MT/BT) pour 810 636 clients.
- 4 032Km (Bp/Mp) gaz pour 383 583 clients.

SDC : SONELGAZ DISTRIBUTION CENTRE

Elle couvre Blida, Bouira, Médéa, Tizi ousou, Djelfa, Ouargla, Biskra, El Oued, Laghouat, Ghardaia, Illizi et Tamanrasset. Elle emploie 3211 Agents CA=16.242 MDA.

- 54 394KM (MT/BT) pour 1 290 058 clients.
- 7 102KM (Bp/Mp) gaz pour 389 410 clients.

SDE : SONELGAZ DISTRIBUTION EST

Elle couvre Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, Ettarf, Guelma, Mila, Sétif, Bordj Bou Arréridj, M'sila, Batna, Oum El Bouaghi, Constantine, Souk Ehrass, Tebessa, Khenchela. Elle emploie 4.887 Agents CA=39.752 MDA

- 88 700KM (MT/BT) pour 2 069 266 clients.
- 13 300KM (Bp/Mp) gaz pour 893 750 clients.

SDO : SONELGAZ DISTRIBUTION OUEST

Elle couvre Tindouf, Naama, Béchar, Tlemcen, Saida, Oran, Chlef, Sidi Bel Abbes, Mascara, Aïn Tadjemout, Tiaret, Mostaghanem, Relizane, Tissemsilt, Aïn Defla, Adrar, El Bayadh. Elle emploie 4 406 Agents CA=26.366 MDA

- 73 970 km (MT/BT) pour 1 668 668 clients.
- 9 012 129 Km (Bp/Mp) gaz pour 549 904 clients.

GRTG : GESTIONNAIRE DU RÉSEAU DE TRANSPORT GAZ

- 656KM HP gaz pour transporter un volume de 17.4 GM3
- Emploie 778 Agents et réalise un CA de 6.62 Milliards DA
- En perspective création d'un dispatching national gaz.

GRTE : GESTIONNAIRE DU RÉSEAU DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

- 17 006KM lignes HT et 186 postes avec une capacité de 26.230MV
- 8 275KM de fibre optique.
- Emploie 1880 agents et réalise un CA de 21 907 MDA

2.4.2. Les filiales Travaux

ETTERKIB :

Créée en 1978, emploie 988 agents et réalise un CA de 2950 MDA

Activités principales :

- Montage industriel
- Commissionne
- Mise en service

INERGA :

Créée en 1979, emploie 1 719 agents et réalise un CA de 2500 MDA

Activités principales :

- travaux de Génie civil spécialement à caractère énergétique.

KAHRAKIB :

Créée en 1982, emploie 1 590 agents et réalise un CA de 3 586 MDA

Activités principales :

- Etudes d'engineering et de détails.
- Travaux de génie- civil et de montage.
- Contrôles, essais et mise en service.
- Fabrication d'équipements électriques.

KAHRIF :

Créée en 1982, emploie 2 957 agents et réalise un CA de 4 989 MDA.

Activités principales :

- Études et réalisation des ouvrages énergétiques (lignes et postes HT MT/BT, Réseaux souterrains électriques, gaz, fibre optique, hydraulique).

KANAGHAZ :

Créée en 1983, emploie 2 505 agents et réalise un CA de 5236 MDA

Activités principales :

- Études et réalisation des ouvrages de transport et distribution de fluides par canalisation, notamment le gaz.

2.4.3. Les filiales périphériques

MEI : Société de Maintenance des Équipements Industriels

Créée en 1998, emploie 683 agents et réalise un CA de 1.19MDA. Possède deux ateliers régionaux (Tougourt et Bechar).

Activités principales :

- la rénovation des groupes électrogènes en ateliers,
- l'inspection des turbines gaz, vapeur et groupe diesel sur site,
- la rénovation des machines électriques tournantes MT, BT,
- les travaux de grosse mécanique (tournage, fraisage, rectification ...),
- l'équilibrage de roues de turbines, rotors de gros moteurs électriques, rotorsturbocompresseurs et turboalternateurs,
- les traitements thermiques,
- la chaudronnerie (retubage, fabrication de ballons BP, distillateurs thermiques, moules de buses, réparation de vannes hydrauliques, fabrication des baffles et réparation des cheminées turbines à Gaz,

- la réparation de coussinets tous types confondus...
- la réparation et le revêtement des pièces par projection plasma (APS et HVOF).

CREDEG : Centre de Recherche et de Développement de l'Électricité et du Gaz :

Créée en 2005, emploie 81 agents et réalise un CA de 0.15 MDA.

Activités principales :

- conseil et assistance dans le domaine industriel,
- homologation des appareils électriques et gaziers grand public,
- essais de matériels et équipements électriques et gaziers,
- métrologie,
- certification,
- introduction des techniques et technologies nouvelles dans les études, les essais et la recherche appliquée,
- développement et promotion de l'utilisation des énergies renouvelables,
- acceptation et agrément des équipements et accessoires électriques et gaziers,
- gestion, suivi et diffusion des références techniques et technologiques (normes, guides techniques, bulletins...)

FOSC : Fonds des Œuvres Sociales et Culturels, société civile

IFEG : Institut de Formation en Électricité et Gaz ;

Créée en 2007, dispose de :

- CBA Centre de formation de Ben AKNOUN (240 places). Formation dans le domaine de gestion.
- CB Centre de formation de BLIDA (450 places). Formation dans le domaine technique.

- CAM Centre de formation d'Ain M'lila (378 places). Formation dans le domaine technique.
- Centres de sélection (Alger, Constantine, Ouargla et Oran).

HMP : « Hôtel le Mas des Planteurs » :

Créée en 1997, Emploi 93 agents et réalise un CA de 0.163 MDA.

MPV : Maintenance et Prestations de Véhicules :

Créée en 1998, dispose de plus de 650 véhicules, dont 500 légers.

Mission principale :

- Maintenance des véhicules.
- Assurer le transport des personnes, marchandises et matériels.
- Locations de véhicules.

SAT INFO : Créée en 1998, emploi 121 agents et réalise un CA de 0.32 MDA

Mission principale :

- Conception et réalisation de tous les travaux liés à l'édition, l'impression, photographie et Audiovisuel.

SKMK : Sharikat Khadamet Mouhaouilet Kahrabaia

Créée en 2005 (existe depuis 1998 sous le nom Transfo. Spa), emploi 230 agents et réalise un CA de 1.5 MDA.

Activités principales :

- la fourniture et l'installation de postes de transformation électriques ;
- la réalisation de lignes souterraines MT / BT ;
- l'entretien sur site des postes BT / MT / HT ;
- le montage, réparation, entretien, et maintenance des transformateurs ;

- le traitement physique et chimique des huiles diélectriques en atelier et sur site ;
- l'expertise, conseils et assistance à la clientèle pour des projets industriels.

SPAS : Société de Prévention et d'Action en Sécurité

Créée en 1996, emploie 12 565 agents et réalise un CA de 5 MDA.

Activité principale :

- Assurer la sécurité des sites (800 sites à travers les 48 wilayas)

SMT : SONELGAZ Médecine Du Travail

Créée en 2005, emploie 69 agents dont 19 médecins

Activité :

- gérance de la médecine de travail.

TRANSMEX :

Créée en 1993, emploie 250 agents et réalise un CA de 0.716 MDA

Activité :

- assure le transport et manutention à caractère exceptionnel.

AETC : Algérien Energy Telecom Company

Nouvellement créée, en juillet 2007 (entre Sonelgaz et Sonatrach)

Activité :

- Gérer et commercialiser les capacités excédentaires en télécommunication mises à disposition de Sonelgaz et Sonatrach.

CAMEG : Comptoir Algérien du Matériel Electrique et Gazier :

Créée en Janvier 2003 et a les activités suivantes :

- Le transit et le dédouanement (port et aéroport),
- L'expertise et le contrôle des matériels électriques et gaziers,

- La location des aires de stockage,
- La location d'engins de transports et de manutention,

2.4.4. Les participations

- **SKS** : est une société mixte Sonelgaz/Sonatrach, créée en 2003, pour la réalisation d'une centrale électrique de 825 MW à Skikda et qui sera chargée de produire et de commercialiser, l'énergie électrique.
- **SKB: Shariket Kahraba Berrouaghia** est une société mixte Sonelgaz/Sonatrach, créée en 2003, pour la réalisation d'une centrale électrique de 400 MW à Berrouaghia et qui sera chargée de produire et de commercialiser, l'énergie électrique.
- **SAFIR**: est une société mixte algéro-française, créée en 1995 par les associés Sonatrach, Sonelgaz et SOFRIGAZ filiale de Gaz De France. Elle est spécialisée dans l'ingénierie gaz et la réalisation.
- **AEC: Algerian Energy Company** est une société mixte Sonelgaz/Sonatrach, créé en mai 2001. Son activité principale est la commercialisation de l'électricité et du gaz en Algérie et à l'étranger. Elle prend également des participations dans tous projets relatifs à l'énergie
- **SIMAS**: est une société mixte algéro-canadienne spécialisée dans la mécanique lourde et la chaudronnerie sous pression. Son champ d'activité est l'étude, la recherche, la conception, la fabrication, l'achat et la vente de chaudières et de cuves sous pression, ainsi que la maintenance et le montage d'équipements de chaudronnerie.
- **ABBESCO**: est une société mixte algéro-suisse de travaux et prestations relatifs aux appareils et installations électriques de transport et de distribution de l'énergie.
- **BAOSEM: Bulletin des Appels d'Offres du Secteur de l'Energie et des Mines**, est une Sarl créée en juillet 2001, par les Groupes Sonelgaz et Sonatrach, pour diffuser exclusivement les annonces officielles et offres d'affaires du secteur. Ce support d'information spécialisé a une parution bihebdomadaire. Il existe également une version électronique via Internet.

- **ALGESCO:** Algesco est une société mixte algéro-américaine, créée en 1993 par les associés Sonatrach, Sonelgaz et Général Electric. Son métier est la réparation des turbines à gaz
- **NEAL : New Energy Algeria** est une société mixte créée entre Sonelgaz, Sonatrach et le groupe agroalimentaire SIM en 2002. Son champ d'activité est la réalisation des projets liés aux énergies nouvelles et renouvelables (solaire, éolienne, photo-voltaïque, biomasse..) et la rationalisation de l'utilisation des énergies.
- **SKC: Shariket Kahraba Cherrhell** est une société mixte Sonelgaz/Sonatrach/AEC, créée en 2003, pour la réalisation d'une centrale électrique de 1200 MW à Hadjret Nouss, près de la ville de Cherrhell. Elle est chargée de produire et de commercialiser, l'énergie électrique.
- **SKT: Sharikat Kahraba Terga** est une société mixte Sonelgaz / Sonatrach, créée en 2007 pour la réalisation d'une centrale électrique de 1 200 MW à Terga, près de Aïn Témouchent. Elle sera chargée de produire et de commercialiser l'énergie électrique
- **KAHRAMA:** est une société mixte entre Sonelgaz et Sonatrach pour la réalisation d'une centrale électrique d'une capacité de 300 MW couplée au dessalement d'eau de mer.
- **SKD: Sharikat Kahraba Kouidrat Eddraouch** est une société mixte Sonelgaz / Sonatrach, créée en 2007 pour la réalisation d'une centrale électrique de 1 200 MW à Kouidrat Eddraouch, près d'El Tarf. Elle sera chargée de produire et de commercialiser l'énergie électrique.

2.5. Missions de SONELGAZ

2.5.1. Electricité

- Production
- Transport
- Distribution

2.5.2. GAZ

- Transport
- Distribution

Conclusion

SONELGAZ et SONATRACH travaillent conjointement afin de faire face de manière fiable à la demande actuelle et future en énergie, plus particulièrement à la demande interne et ce, en rendant efficacité la gestion des sources d'énergie ainsi que la fiabilité et la résilience des infrastructures énergétiques

Chapitre II

Généralité sur le gaz naturel en Algérie

Introduction

Le gaz naturel est une énergie primaire bien répartie dans le monde, propre et de plus en plus utilisée. Elle dispose de nombreuses qualités abondance relative, souplesse d'utilisation, qualités écologiques, prix compétitifs. La mise en œuvre de cette énergie repose sur la maîtrise technique de l'ensemble de la chaîne gazière, qui va de l'extraction aux utilisateurs, en passant par le stockage, le transport, et la distribution. Le gaz naturel est une énergie fossile comme la houille, le charbon ou le lignite. C'est un mélange dont le constituant principal de 75 % à 95 % de méthane (CH₄).

Section 01 : Généralités sur le Gaz Naturel

1. Description ⁵

Le gaz naturel est la source d'énergie fossile qui a connu la plus forte progression depuis les années 70. En effet, elle représente le cinquième de la consommation énergétique mondiale. En raison de ses avantages économiques, le gaz naturel devient chaque jour plus attractif pour beaucoup de pays. Les propriétés de ce produit, comme par exemple le faible intervalle de combustion le caractérisant, en font l'une des sources d'énergie les plus fiables connue à ce jour. Actuellement, il représente la deuxième source d'énergie la plus utilisée après le pétrole. D'après l'EIA, (Energy Information American) du département américain de l'énergie, la part du gaz naturel dans la production énergétique mondiale était de 23% en 1999 et les perspectives de développement de la demande sont excellentes. Il est considéré comme le combustible fossile du siècle, comme le pétrole l'était lors du siècle précédent et le charbon il y'a deux siècles. . En 2021, la demande gazière mondiale est estimée en hausse de 3,5 %, sous l'impulsion de la Chine, l'Europe et la Russie. Le commerce mondial par gazoduc et par méthaniers a augmenté fortement de 7 %.

2. Nature et caractérisation des différents types de gaz

Il existe plusieurs formes de gaz naturel, se distinguant par leur origine, leur composition et le type de réservoirs dans lesquels ils s'y trouvent. Néanmoins, le gaz est toujours composé principalement de méthane et issu de la désagrégation d'ancien organismes vivants.

2.1. Les types du gaz nature selon leurs origines

➤ Gaz conventionnel non associé

C'est la forme la plus exploitée de gaz naturel, son processus de formation est assez similaire à celui du pétrole. Le marché international du gaz naturel et ses réseaux de transport par gazoducs et méthaniers étaient principalement alimentés par ce type de gaz conventionnel non associé.⁶

⁵ <http://ats.energies.free.fr/spip.php?article27>, 27/04/2009

⁶ <https://particuliers.engie.fr>, 02/02/2019

➤ Gaz associé

Le gaz associé est le gaz présent en solution dans le pétrole, séparé de ce dernier lors de l'extraction. Longtemps considéré comme un déchet, de plus en plus soit réinjecté dans le gisement géologique (contribuant à y maintenir la pression afin de maximiser l'extraction du pétrole), soit valorisé énergétiquement.⁷

➤ Gaz biogénique

Il est issu de la fermentation par des bactéries de sédiments organiques. À l'instar de la tourbe, c'est un combustible fossile mais dont le cycle est relativement rapide. Les gisements biogéniques (environ 20 % des réserves connues de gaz conventionnel) sont en général petits, dispersés et situés à faible profondeur. Il a moins de valeur énergétique (par mètre cube) que le gaz thermogénique, car contenant une part significative de gaz non combustibles (dioxyde de carbone notamment) et ne fournissant pas d'hydrocarbures plus lourds que le méthane.⁸

➤ Gaz de charbon

Le charbon contient naturellement du méthane et du dioxyde de carbone dans ses pores. Historiquement, ce gaz est surtout connu pour la menace mortelle qu'il présente sur la sécurité des mineurs - il est alors resté dans la mémoire collective sous le nom de grisou. Cependant, son exploitation est en plein développement.⁹

➤ Gaz de schiste

Certains schistes contiennent du méthane issu de la dégradation du kérogène présent dans le schiste et piégé dans ses feuillets et microfissures. Mais, il existe deux grandes différences par rapport aux réserves de gaz conventionnel. La première est que le schiste est à la fois la roche source du gaz et son réservoir. La seconde est que l'accumulation n'est pas discrète (beaucoup de gaz réuni en une zone restreinte) mais continue (le gaz est présent en faible concentration dans un énorme volume de roche), ce qui exige une technique spécifique pour son exploitation.¹⁰

⁷ <http://www.worldbank.org>, 03/02/2019

⁸ <https://www.clarke-energy.com>, 12/04/2019

⁹ <https://www.lenergeek.com>, 29/01/2019

¹⁰ <https://www.connaissancedesenergies.org>, 15/03/2019

➤ Hydrates de méthane

Sont des structures solides contenant du méthane prisonnier. Ils sont issus de l'accumulation de glace contenant des déchets organiques, la dégradation est biogénique. On trouve ces hydrates dans le pergélisol ou sur le plancher ou fond océanique.¹¹

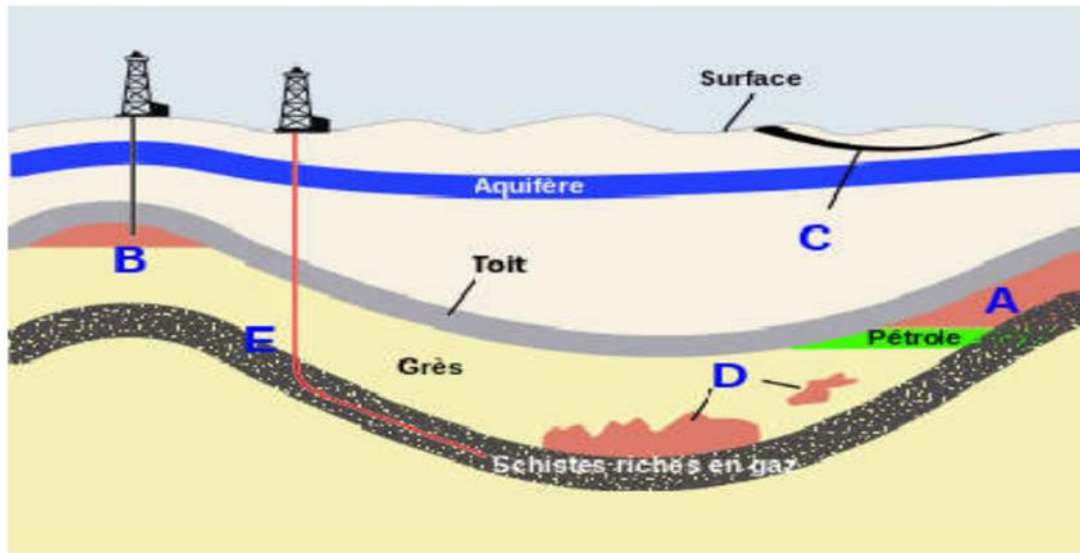


Figure II .5 : Schéma des différents types de source géologique du gaz naturel

A : Gaz naturel associé (à un réservoir de pétrole)

B : Gaz naturel conventionnel non associé

C : Gaz de couche (ou gaz de houille)

D : Gaz de (réservoir ultracompact)

E : Gaz de schiste

¹¹ <https://fr.wikipedia.org>, 12/05/2019

2.2. Les types du gaz naturel selon leur condition de pression et leur température dans le gisement ¹²

➤ Gaz sec et gaz humide

Un gaz sec ne forme pas de phase liquide dans les conditions de production, c'est-à-dire que les points représentant les conditions dans le réservoir et en surface se trouvent tous deux en dehors du domaine diphasique. Un tel gaz doit être concentré en méthane et contenir très peu d'hydrocarbures lourds que l'éthane. Un gaz est dit humide s'il y a production de phase liquide en surface sans qu'il y ait condensation rétrograde dans le gisement. Un tel gaz est normalement moins concentré en méthane qu'un gaz sec.

➤ Gaz à condensat

Dans les conditions de production de ce gaz, il y'a une formation de phase condensée riche en constituants lourds dans le réservoir.

➤ Gaz associé

Le gaz associé coexiste dans la couche réservoir avec un gisement de pétrole. Il peut être présent sous forme de gaz dissous dans l'huile, ou sous forme de gaz de couverture situé au-dessus de la réserve de pétrole (huile)

3. Propriétés physiques et chimiques ¹³

Le gaz naturel est un mélange gazeux d'hydrocarbures saturés, il a le comportement physique d'un gaz.

3.1. Propriétés physiques

Les différentes propriétés physiques du gaz naturel sont présentées dans le tableau II-1.

¹² Alexandre Rojey, Bernard Durand, Claude Jaffret, Sophie Jullian, Michel Valais, « Le gaz naturel production traitement transport ». Editions Technip (1994), publications de l'institut français du pétrole, P : 3, 4, 72-76, 84, 90, 113, 256-262.

¹³ S.BESSAM, Etude des propriétés thermodynamique, structurales et de transport du méthane liquide et des mélanges d'hydrocarbures par dynamique moléculaire de corps flexible, Mémoire de magister université d'Oran département de chimie, 2008, page 25-27-28

Tableau II.1 : Les propriétés physiques du gaz naturel

Etat physique	Gaz
Odeur et apparence	Gaz incolore et inodore mais contenant un produit odorant (mercaptan pour la détection d'une fuite)
Masse molaire	16.7g/mole
Densité de vapeur à 15°C	0.58 (plus léger que l'air =1)
Masse volumique	0.72g/cm ³
Point de liquéfaction	109K
Point de solidification	88K
Solubilité dans l'eau	0.00023g/mole
% de substances volatiles par volume	100%

Source : Mémoire de fin d'étude

3.2. Propriétés chimiques

- Le gaz naturel est le combustible fossile le moins polluant. Composé essentiellement de méthane, sa forme gazeuse lors de la combustion, libère une importante quantité de chaleur.
- Le gaz naturel est essentiellement utilisé pour produire de l'énergie thermique. De nouvelles utilisations permettent de transformer cette énergie en énergie électrique ou en énergie mécanique.

4. Composition ¹⁴

Le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures légers comprenant du méthane, de l'éthane, du propane, des butanes et des pentanes. D'autres composés tels que le CO₂, l'hélium, le sulfure d'hydrogène et l'azote peuvent également être trouvés.

¹⁴ <https://fr.wikipedia.org>, 12/05/2019

Tableau II .2 : Caractéristiques de quelques gisements de gaz naturel : les compositions sont données en % en volume

	Frigg (Mer du Nord)	Lacq (France)	Urengoi (Russie)	Hassi R'Mel (Algérie)	Groningue (Pays Bas)
<i>Réserves initiales récupérables (milliards de m³)</i>	230	240	6 200	2 000	2 000
<i>Profondeur minimale (m)</i>	110	3 300	1 100	2 200	3 000
<i>Méthane (%)</i>	95,7	69,2	98	83,5	81,3
<i>Éthane (%)</i>	3,6	3,3-3,6		7,9	2,9
<i>Propane (%)</i>	0,04	1,0-1,2		2,1	0,4
<i>Butane (%)</i>	0,01	0,6-0,9		1,0	0,2
<i>Diazote (%)</i>	0,4	0,6	1,2	5,3	14,3
<i>Dioxyde de carbone (%)</i>	0,3	9,3	0,3	0,2	0,9
<i>Sulfure d'hydrogène (%)</i>	–	15,3	–	–	–
<i>Pouvoir calorifique du gaz commercialisé (kWh/m³)</i>	11,6	11,2	env 10,8	env 11,3	env 9,2

Source :

5. Origine du gaz naturel ¹³

Il est généralement admis que le carbone et l'hydrogène contenu dans le gaz naturel Proviennent des restes de plantes et d'animaux qui se sont trouvés rassemblées au fond des lacs

et des océans durant des millions d'années. Après avoir été recouverts par des couches importantes d'autres sédiments, les matériaux organiques se sont transformés en pétrole brut et en gaz naturel sous l'effet des hautes pressions exercées par les couches géologiques sédimentaires et la chaleur émise par le noyau terrestre. Le pétrole et le gaz ont alors été expulsés hors des schistes argileux marins dans lesquels ils se sont formés, et de là, ils ont pénétré les roches sédimentaires poreuses. Le pétrole et le gaz remontent alors à travers la roche, car moins dense que l'eau, qui remplit les pores. On trouve du gaz naturel partout dans le monde, dans des réservoirs situés en profondeur sous la surface terrestre, ou des océans. Des poches de gaz peuvent se former au-dessus des dépôts de pétrole brut, ou être emprisonnées au sein de roches poreuses. On qualifie le gaz naturel de gaz associé lorsqu'il est se trouve en présence de pétrole brut et de gaz non associé dans le cas contraire (lorsqu'il est seul).

6. Combustion

Le gaz distribué est utilisé comme énergie domestique et industrielle. Cette énergie résulte d'une réaction exothermique. La réaction de combustion, comme toutes les réactions, est la rupture des liaisons entre les molécules de deux corps, et la création de nouvelles molécules plus stables chimiquement. La réaction des hydrocarbures se résume ainsi :

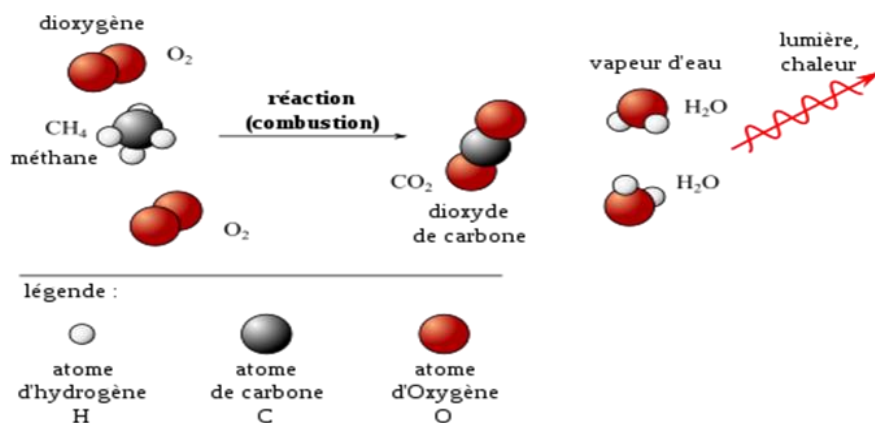


Figure II.6 : Combustion du méthane dans le dioxygène

Le gaz utilisé doit être brûlé dans des conditions favorables en aménageant les aérations nécessaires. Les aérations ont un double intérêt :

Technique : bon rendement thermique.

Sécuritaire : renouvellement de l'air (apport de l'air frais et évacuation de l'air vicié), sachant que pour brûler un volume de gaz naturel, il faut à peu près dix volumes d'air.

Exemple : Une cuisine de 15 m³ équipée d'une cuisinière et d'un chauffe-eau consomme 3 m³ de gaz naturel par heure.

Sachant qu'il faut 10 volumes d'air pour 1 volume de gaz, on déduit qu'il faut 30 m³ d'air ; dans le cas où l'aération n'existe pas (ou mal dimensionnée), le risque d'asphyxie est fatal. A titre d'exemple, si on suppose que la vitesse de propagation est 0,3 m par seconde, les conditions favorables à une combustion hygiénique exigeraient une amenée d'air directe d'au moins 270 cm².

7. Pouvoir calorifique ¹⁵

Le pouvoir calorifique d'un combustible est la quantité de chaleur exprimée en kWh ou MJ, qui serait dégagée par la combustion complète de un (1) mètre cube normal (Nm³) de gaz sec dans l'air à une pression absolue constante et égale à 1,01325 bar ; le gaz et l'air étant à une température initiale de 550°C, tous les produits de combustion étant ramenés à 0°C et une pression de 1,01325 bar. Le pouvoir calorifique d'un mélange d'hydrocarbure est exprimé par la formule suivante :

$$PC = \sum X_i PC_i$$

On distingue 2 pouvoirs calorifiques

- Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) : “ Quantité d'énergie dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée condensée et la chaleur récupérée “

¹⁵ SONEGAS 'Guide technique gaz'

- Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) : ‘‘Quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée’’

La différence entre le PCI et le PCS est la chaleur latente de vaporisation de l'eau (L_v) multipliée par la quantité de vapeur produite (m), qui vaut à peu près $2\,250 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ (cette dernière valeur dépend de la pression et de la température). On a la relation :

$$\text{PCS} = \text{PCI} + m L_v$$

Chaleur latente de vaporisation : La combustion d'un produit génère, entre autres, de l'eau à l'état de vapeur. Pour la vaporisation de 1 kg d'eau, $2\,511 \text{ kJ/kg}$ sont nécessaires. Cette énergie se perd avec les gaz de combustion évacués par la cheminée ; à moins de condenser la vapeur d'eau et d'essayer de récupérer la chaleur s'y étant accumulée. Certaines techniques permettent de récupérer la quantité de chaleur contenue dans cette eau de combustion en la condensant (chaudières à condensation).

8. Densité d'un mélange d'hydrocarbure

Elle est exprimée par la formule suivante :

$$d = (\sum \rho_i X_i) / (\rho_{\text{air}})$$

Où :

d : Densité du mélange

ρ_i : Masse volumique d'un constituant du mélange

X_i : Fraction molaire d'un constituant du mélange

ρ_{air} : Masse volumique de l'air

9. Indice de WOBBE

L'indice de WOBBE est une grandeur proportionnelle à l'apport calorifique fourni par un brûleur déterminé, alimenté en gaz, sous une pression également définie. C'est le quotient du pouvoir calorifique par la racine carré de sa densité :

$$WGN = \frac{PC}{\sqrt{D}}$$

Où :

WGN : indice de WOBBE

PC : pouvoir calorifique du mélange

d : densité du mélange

10. Limites d'inflammabilité

C'est la quantité de gaz combustible qui, mélangée à une quantité d'oxygène donnée peut propager une flamme. Trois zones caractérisent l'évolution en % du mélange air/gaz dans le schéma suivant :

Zone 1 : la teneur en gaz est insuffisante pour être dangereuse (mélange pauvre en gaz).

Zone 2 : ce mélange est explosif ou inflammable.

Zone 3 : la combustion est impossible par manque d'oxygène (mélange riche en gaz). La zone 2 est délimitée par deux bornes.

- La borne inférieure est la limite d'inflammabilité inférieure L.I.I.

- La borne supérieure est la limite d'inflammabilité supérieure L.I.S.

Quel que soit la zone où se situe le mélange air gaz, il est susceptible de changer (de zone) à tout moment. Donc, tout mélange air-gaz (fuite) est dangereux.

11. Température d'auto inflammation

C'est la température minimum nécessaire, en l'absence de toute flamme, pour enflammer et entretenir la combustion d'un mélange combustible.

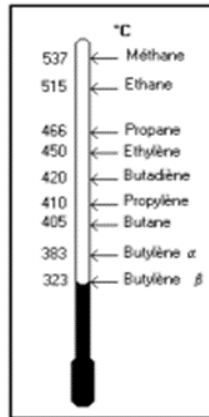


Figure II.7 : Température d'auto inflammation de certains gaz

12. Réserves mondiales de gaz naturel en 2021 ¹⁶

Le Gaz Naturel représentait 25% de la consommation énergétique dont la consommation augmente de plus de 3%, nous n'avons pas manqué de gaz naturel et d'ailleurs on verra... La transition énergétique aura raison du gaz naturel bien avant qu'on ne s'approche de près ou de loin de la limite des réserves connues.

12.1. Les grandes réserves du gaz naturel dans le monde

Le pays ayant les plus grandes réserves est sans surprises la Russie avec 37,4 billions de m³ disponibles. La fédération est suivie par l'Iran et ses 32,1 billions de m³ et le Qatar (24,7 billions de m³).

¹⁶ <https://www.gazprom-energy.fr/gazmagazine/2021/08/reserves-mondiales-de-gaz-naturel-en-2021/>, 4 août 2021

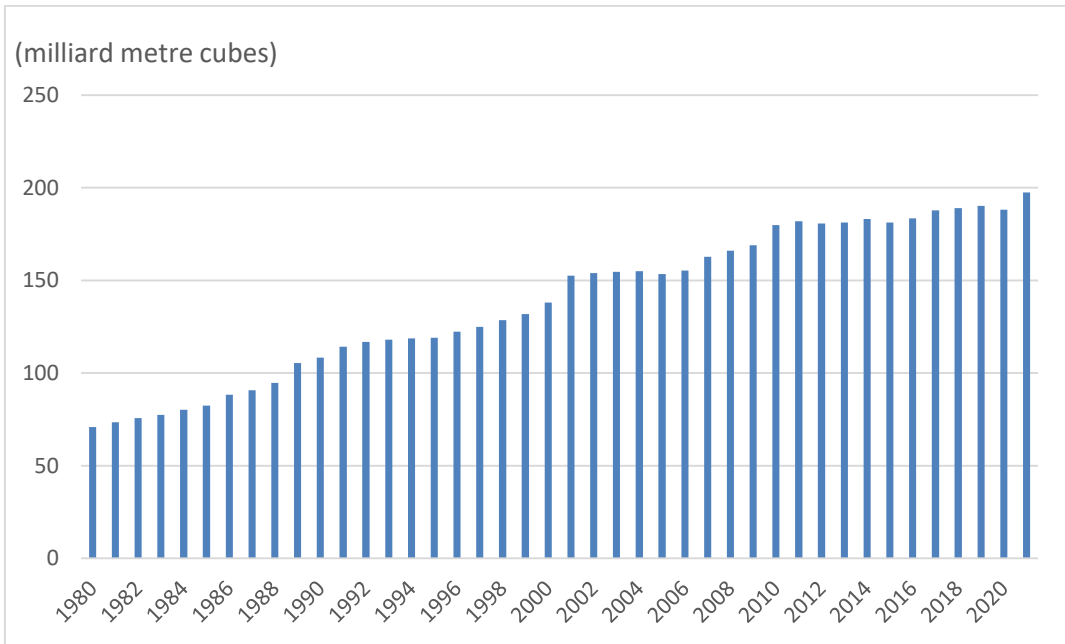
Tableau II.3 : Les grandes réserves du gaz naturel dans le monde

Pays	Réserves (billions de m3)
Russie	37,4
Iran	32,0 (32,1)
Qatar	24,7
Turkménistan	13,6
Etats-Unis	12,6 (12,9)
Chine	8,4
Venezuela	6,3
Arabie Saoudite	6,0
Emirats Arabes Unis	5,9
Nigeria	5,5 (5,4)
Algérie	4,5
Azerbaïdjan	2,5
Canada	2,4

Source : Etablit par l'étudiant

12.2. L'évolution des réserves de gaz connues au fil des années

La figure suivante présente l'évolution des réserves mondiales de gaz naturel depuis 1980 jusqu'à 2021 ;

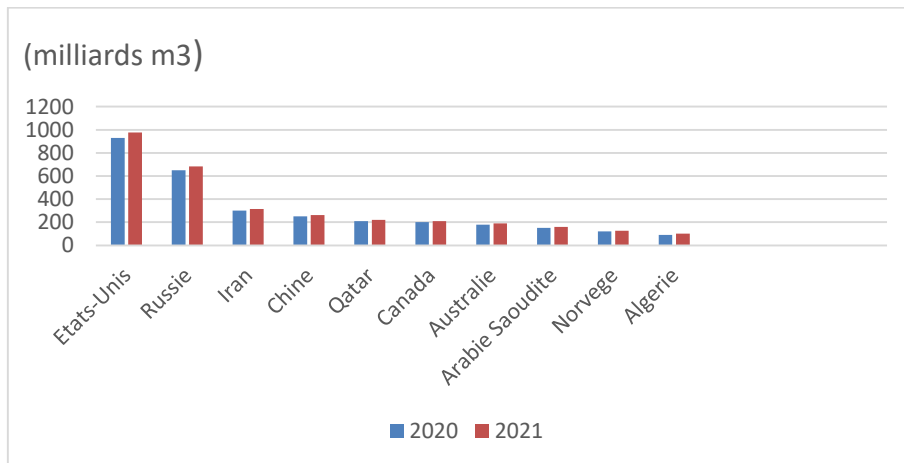


Source : Etablit par l'étudiant

Graphe II.1 : Evolution des réserves mondiales de gaz naturel

13. La production mondiale de gaz naturel en 2021

Le graphe suivant présente la production du gaz naturel dans les pays producteurs ;



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe II.2 : Répartition de la production mondiale en 2021

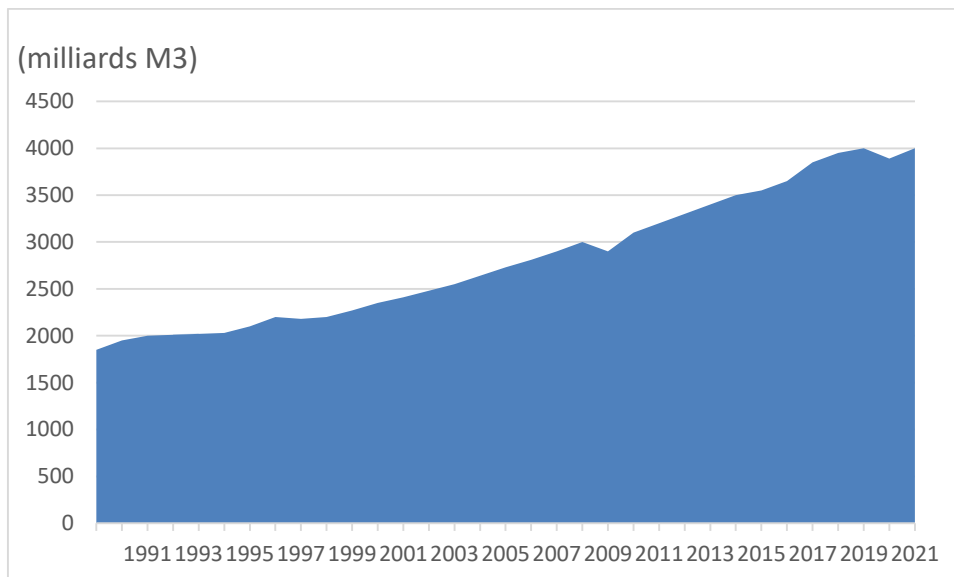
➤ Commentaire

La production mondiale de gaz naturel sera élevée à 4084,5 milliards de m³ (Gm³) en 2021, soit environ 200 Gm³ de plus qu'en 2020 (+5%). Cette production aura augmenté dans les différentes zones géographiques, à l'exception du Moyen-Orient.

Les deux principaux producteurs mondiaux de gaz naturel – États-Unis et Russie – auront vu leur offre augmenter de 5% en 2021 par rapport à 2020. Des baisses de production ont toutefois également été observées dans le même temps dans quelques pays.

14. La consommation mondiale de gaz naturel en 2021

Le graphe suivant présente l'évolution de la consommation mondiale du gaz naturel pendant les trois dernières décennies ;



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe II.3 : Evolution de la consommation mondiale 1990-2020

➤ Commentaire

En 2021, la consommation mondiale de gaz naturel sera supérieure d'environ 120 Gm³ au niveau de 2020 (+3%), ce qui constitue la plus importante hausse annuelle. La part du gaz naturel dans le mix énergétique mondial a toutefois continué d'augmenter en 2021 et en 2020, puisque les autres énergies fossiles ont davantage souffert de la pandémie (les consommations de pétrole et de charbon ont respectivement chuté de 9% et 4% au niveau mondial en 2020) :

« La faiblesse des prix du gaz liée à l'excédent de GNL au 1er semestre et les politiques énergétiques et environnementales ont favorisé la substitution du fioul et du charbon par le gaz dans de nombreux marchés » (en particulier dans le secteur électrique aux États-Unis), Si les marchés régionaux dits « matures » (Amérique du Nord, Europe, CEI) ont connu des baisses plus marquées de leur consommation de gaz naturel, la Chine a quant à elle augmenté de 7,6% sa consommation gazière en 2020. [17]

15. Demande mondiale de gaz naturel en 2020 et impacte de la pandémie de la covid-19 ¹⁷

Dans un contexte exceptionnel de crise économique et sanitaire, la transition énergétique vers des formes d'énergies plus propres a continué à impacter les marchés de l'énergie en 2020.

La demande de gaz naturel a été en 2020 le résultat de deux effets opposés :

L'un favorable au gaz du fait que depuis quelques années, la transition énergétique en cours se traduit non seulement par une croissance exponentielle des énergies renouvelables mais également le remplacement du charbon par le gaz naturel sur des marchés fortement consommateurs (États-Unis, Chine, Europe), l'autre défavorable, la pandémie de la Covid-19 ayant entraîné dans son sillage un recul important de la demande de toutes les énergies fossiles.

Déjà affaiblie au premier trimestre par un hiver exceptionnellement doux dans l'hémisphère nord et par un ralentissement de l'activité industrielle en Chine dû à la pandémie de la Covid-19, la demande gazière mondiale a subi au second trimestre l'impact dévastateur de cette pandémie et des mesures de confinement qui en ont résulté, avec en particulier un recul particulièrement marqué de la consommation en Europe. Puis une reprise de la demande a été observée au troisième trimestre lorsque des mesures de confinement ont été levées. De plus, la faiblesse des prix du gaz a favorisé la substitution du fioul et du charbon par le gaz (États-Unis, Europe, Inde). Les prévisions économiques du FMI ont été révisées à la hausse en cours d'année aussi bien pour les marchés industrialisés qu'émergents (Chine, Inde), les plus récentes (octobre) faisant état d'une récession mondiale de 4,4 %. Mais au quatrième trimestre, l'industrie gazière est de nouveau affectée par un regain de la pandémie sur les marchés matures

¹⁷ <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/developpements-recents-et-perspectives-du-marche-gazier-2020>, 10.02.2021

(États-Unis, Europe, Russie, Japon). En revanche, la reprise de l'activité industrielle se confirme en Chine et en Inde. Sur l'année 2020, la demande gazière mondiale devrait au final connaître sa plus forte baisse depuis dix ans, estimée entre 2,5 % et 3 %.

Cependant, le gaz naturel a été l'énergie fossile la moins touchée par la crise sanitaire et économique et ce pour des raisons intrinsèques à cette énergie qui sont à la fois d'ordre économique (offre abondante et bon marché, essor du GNL), politiques et environnementales (Chine, Europe). L'offre de GNL a ainsi continué à s'accroître apportant une flexibilité d'approvisionnement nécessaire sur un marché en proie à des bouleversements majeurs et des événements imprévisibles en cours d'année.

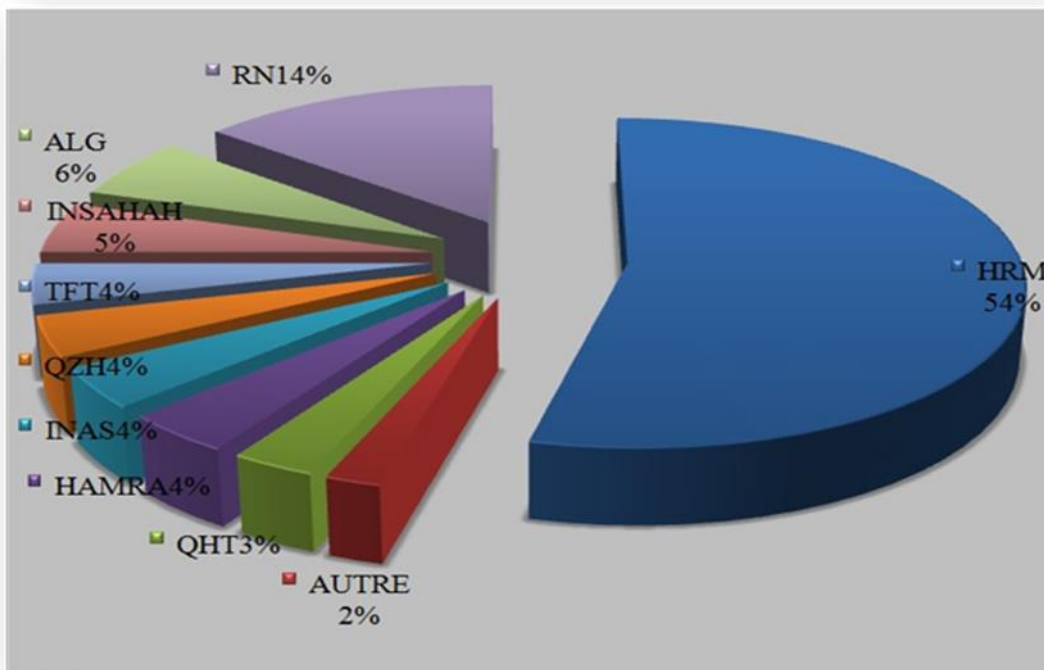
L'année 2020 se caractérise donc par des tendances contrastées selon les zones de consommation et selon les trimestres. La plus forte baisse annuelle de la consommation est attendue en Europe (- 4,5 %). À l'inverse, la Chine a vu sa consommation augmenter de plus de 7 % en raison d'un début d'hiver 2020-21 très rigoureux et de la politique environnementale de basculement du charbon vers le gaz dans les secteurs industriels et résidentiels.

Section 02 : Le gaz en Algérie

1. Les grands gisements du gaz en Algérie

L'Algérie possède des réserves immenses en gaz naturel à savoir le champ de HASSIR'MEL, qui est le plus grand à l'échelle mondiale et celui de AIN-SALAH qui sera exploité en l'an 2002. En 2021, l'Algérie a produit environ 100 milliards de m³ de gaz naturel. Elle se classe au 9ème rang mondial avec 2,4 % de la production mondiale et au 1er rang en Afrique.

Les réserves prouvées de gaz naturel de l'Algérie étaient estimées à 4 500 milliards de m³.



Source : Document de SONATRACH

Graphe II.4 : Répartition des réserves gazières en Algérie

1.1. Présentation du champ Hassi R'mel ¹⁸

➤ Situation géographique

Le gisement de Hassi R'mel est situé à 511 km au sud de la capitale (Alger), entre les wilayas de Ghardaïa et Laghouat, dans cette région relativement plate du Sahara l'altitude moyenne est d'environ de 750 m au-dessus du niveau de la mer. Le climat est caractérisé par une pluviométrie faible (140 mm/an) et une humidité moyenne de 19% en été et 34% en hiver.



Source : Mémoire de fin d'étude

Figure II.8 : La Situation géographique du Hassi R'mel.

Le gisement de Hassi R'mel est l'un des plus grands gisements de gaz à l'échelle mondiale. Il a une forme d'ellipse s'étale sur plus de 3500 km², 70 km du nord au sud et 50 km d'est en ouest, il se situe à une profondeur de 2200 m, la capacité du gisement est de l'ordre de 3000 milliards mètre cubes récupérables.

➤ Historique du champ de Hassi R'mel

En s'intéressa à la région depuis 1951, le forage du premier puits d'exploitation a eu lieu en 1952 à quelques kilomètres de Berriane. Dans le champ de Hassi R'mel, le premier puits HR1

¹⁸ Hadjadj Aoul Amine, Messaoudi Mohamed – Etude des conditions opératoires de la chromatographie en phase gazeuse dans le but d'améliorer l'analyse du gaz de vente et GPL de MPP0 à Hassi R'mel – Master 2 - Université de Tlemcen – 2010

a été foré en 1956 sous le sommet de l'anticlinal que constitue le gisement de Hassi R'mel, ce puits a mis en évidence la présence du gaz riche en condensât dans le trias gréseux à une pression de 310 atmosphères et 90°C. La profondeur atteinte est de 2332 m, qui révéla la présence d'un réservoir de gaz humide. De 1957 à 1960 furent forés 8 puits (HR2, HR3, HR4, HR5, HR6, HR7, HR8 et HR9) qui ont mis à jour l'existence de trois réservoirs.

Le champ de Hassi R'mel est une vaste étendue plus de 3500 km² (70 km de long sur 50 km de large), les réserves trouvées en place sont évaluées à plus de 2800 milliards m³.

➤ **Le développement du champ Hassi R'mel**

Le développement de Hassi- R'mel s'est trouvé étroitement lié au développement de l'industrie du gaz dans le monde et les importantes réserves recelées par ce gisement, plus de 2000 milliards de m³ ont constitué un atout important pour lancer une politique d'industrie gazière de grande envergure pour le pays.

Trois étapes importantes ont marqué le développement du champ de Hassi- R'mel :

- **Première étape :**

1961 : Réalisation d'une petite unité de traitement de gaz de 1,3 milliards de m³ par an, cette réalisation a coïncidé avec la construction de la première usine de liquéfaction de gaz en 1964.

1969 : Cette capacité est portée à 4 milliards de m³ par an.

- **Deuxième étape :**

La capacité de traitement du champ de Hassi- R'mel atteint, après la nationalisation des hydrocarbures en 1971, 14 milliards de m³ par an.

- **Troisième étape :**

Cette période a permis de concrétiser un plan de développement qui concerne l'ensemble du champ en mesure de répondre aux besoins énergétiques du pays ainsi qu'aux besoins de nos partenaires. Ce plan a permis également de doter Hassi R'mel d'un modèle d'exploitation en mesure d'optimiser la récupération de différents produits.

1.2. Présentation de la région de Rhourde Nouss ¹⁹

➤ Situation géographique

La région de Rhourde Nouss est située dans la wilaya d'Illizi. Elle est située à 230KM au sud-est du Hassi Messaoud du bassin triasique illustré par figure II-13.

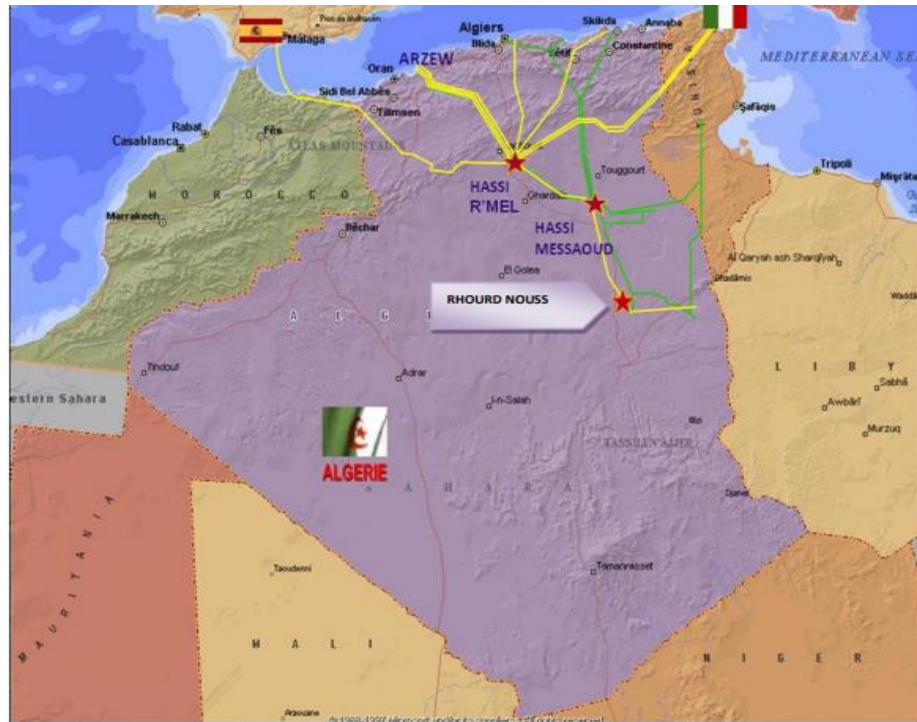
Et se positionne entre :

- 29°16' et 30° parallèles
- 06°24' et 07° méridien

La région de Rhourde Nouss est située sur la bordure Sud du bassin triasique, elle est limitée par :

- A l'Ouest, le môle d'Amguid -El Biod au niveau de la faille de Ramade. Ce môle présente une vaste unité structurale subméridienne s'étendant sur 600 km allant d'Amguid au Sud à Rhourde El Baguel au Nord.
- au Nord - Est, par le bassin de Ghadamès vers lequel s'annoient les axes SO-NE des structures de Rhourde Hamra et de Rhourde Chouff.
- au Sud – Est par la partie Occidentale du môle d'Ahara.

¹⁹ Atmani Boutheyna, Ferhati Soumia Amira - La contribution géologique et sédimentologique pour la détermination d'un milieu poreux.(Cas de Rhourd Nouss) – Master 2 - Université Larbi Ben M'Hidi , Oum El Bouaghi – 2019



Source : (documentation SONATRACH SH-DP-RNS1987)

Figure II.9 : Situation géographique de la région

1.3. Présentation de la région In Amenas ²⁰

In amenas est une région productrice des hydrocarbures en capacité d'environ 1300T.

La région d'In Amenas est dotée d'installations stratégiques :

- Une centrale électrique (CE) : Pour assurer les besoins de la direction régionale et de la population de la ville d'IN-AMENAS.
- Des bases de vie.
- Des unités de production et traitement des hydrocarbures :
 - MPDL (unité de Maintien de Pression EDJELEH (DL))
 - RGTE (unité de Récupération des Gaz Torchés EDJELEH)
 - UDA (Unité de Déshydratation du Gaz)

²⁰ Sayah Amira – Rapport de stage - Licence 3 – Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie Université Boumerdes -2021

➤ Situation géographique ²¹

La Direction Régionale In Amenas se situe dans le chef-lieu de Daïra (In Amenas) dans la partie centrale du bassin d'Illizi à 1600 km au SSE d'Alger, à 820 km au sud-est d'Ouargla sur le plateau de Tinhert et à 200 km au nord-est d'Illizi (Chef-lieu de Wilaya), dont elle relève administrativement. L'altitude moyenne est plus ou moins 560 m par rapport au niveau de la mer. La superficie des champs producteurs de la région est de l'ordre de 30 000 km².

1.4. Présentation du champ Tiguentourine (TG) ²¹

Le champ de Tiguentourine est situé à 50 Km à l'ouest d'In Amenas sur la route nationale N°3 menant à Illizi. En plus d'être un gisement de gaz, ce champ est en production depuis 1962 les installations de ce champ sont constituées de quatre (04) centres de séparation, d'un centre de stockage et d'une unité d'expédition d'huile.

1.5. Le champ gazier de Timimoune ²²

Le champ gazier de Timimoune, situé dans le Sud-ouest algérien. Le complexe de production, d'une capacité de 5 millions de mètres cubes de gaz par jour en plateau

La production du champ est assurée par environ 37 puits qui seront reliés à une usine de traitement du gaz raccordée au gazoduc transportant le gaz des gisements du Sud-Ouest algérien à Hassi R'mel.

²¹ DOU Youssef, MIDA Abdelkader, GUERGUEB Nabil - Etude pour la réalisation d'une station de récupération des gaz torchés à Tiguentourine contraintes et solutions techniques – Master 2 - Université EchahidHamma Lakhdar. El Oued – 2021

²² « Algérie : démarrage de la production du champ gazier de Timimoun | TotalEnergies.com ». <https://totalenergies.com/fr/medias/actualite/communiqués/algerie-demarrage-de-la-production-du-champ-gazier-de-timimoun?fbclid=IwAR0p8cblwuXS68AFp6vSH1rwI1g6JAm8bteCZxp6LcPbCXAJitKqi5okTNE> (consulté le 10 juin 2022)

1.6. La capacité de production de gaz dans les grands gisements

Tableau II.4 : production de gaz dans les grands gisements

Champs	Production actuel (millions m^3 /jour)
Hassi R'mel	200
Rhoude Nouss	50-60
ALRAR	25-35
Tiguentourine	17
Ohanet	14

Source : Etablit par l'étudiant

2. La chaîne gazière

2.1. La prospection géologique en surface ²³

Les caractéristiques géologiques des gisements pétroliers diffèrent en fonction de leur âge (de 5 à 400 millions d'années), de leur profondeur (de 1 à 10 km) et de leur thermique (la formation de l'huile se situant entre 60 et 150 °C).

Pour identifier les régions potentiellement pétrolifères, les géologues s'interrogent sur les points suivants :

- Quelle est la nature des roches ?
- Sont-elles été soumises à des conditions favorables à la création d'hydrocarbures ?
- Ces hydrocarbures ont-ils pu migrer et être piégés par des couches imperméables ?

Les géologues dressent une carte du sous-sol à partir des informations obtenues en surface par examen des affleurements et dans les airs par photogéologie. Lorsqu'une zone favorable (prospect) est repérée par les géologues depuis la surface, c'est au tour des géophysiciens d'explorer le sous-sol.

²³ « Prospection, exploitation gazière et pétrolière : comment ça marche ? »
<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/prospection-exploration-gaziere-et-petroliere?fbclid=IwAR02fFW-vmJg96RRwPgsnEpTU1NHFAu2QOsykYpOdXcJyO9EtDOPnNWW-iE>
 (consulté le 12 juin 2022).

2.2. La prospection géophysique en profondeur ²³

La sismique réflexion est la méthode principale des géophysiciens pour repérer des gisements potentiels :

- ✓ sur terre (onshore), à partir d'un choc ou de vibrations sonores ébranlant le sol, on détecte par un réseau de géophones les échos réfléchis partiellement par les couches géologiques. On obtient ainsi une échographie 2D de la structure des couches prospectées.

La figure suivante présente la prospection géophysique sur terre ;

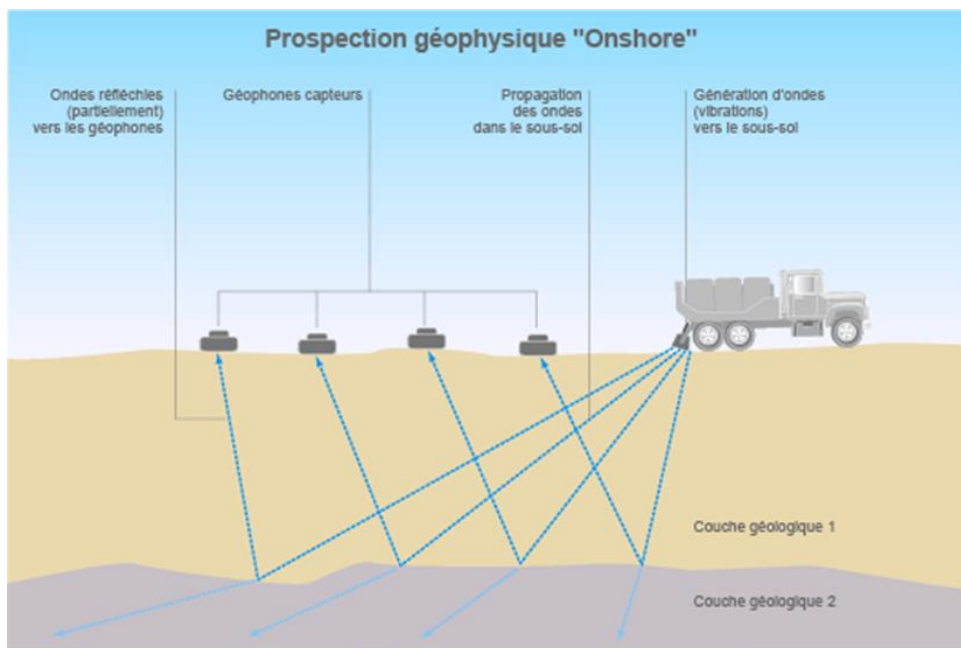


Figure II.10 : Prospection géophysique sur terre

- ✓ en mer (offshore), on produit l'onde sismique par air comprimé à haute pression et on recueille les échos sur des hydrophones flottants (flûtes), la couche d'eau étant considérée comme homogène.

La figure suivante présente la prospection géophysique en mer ;

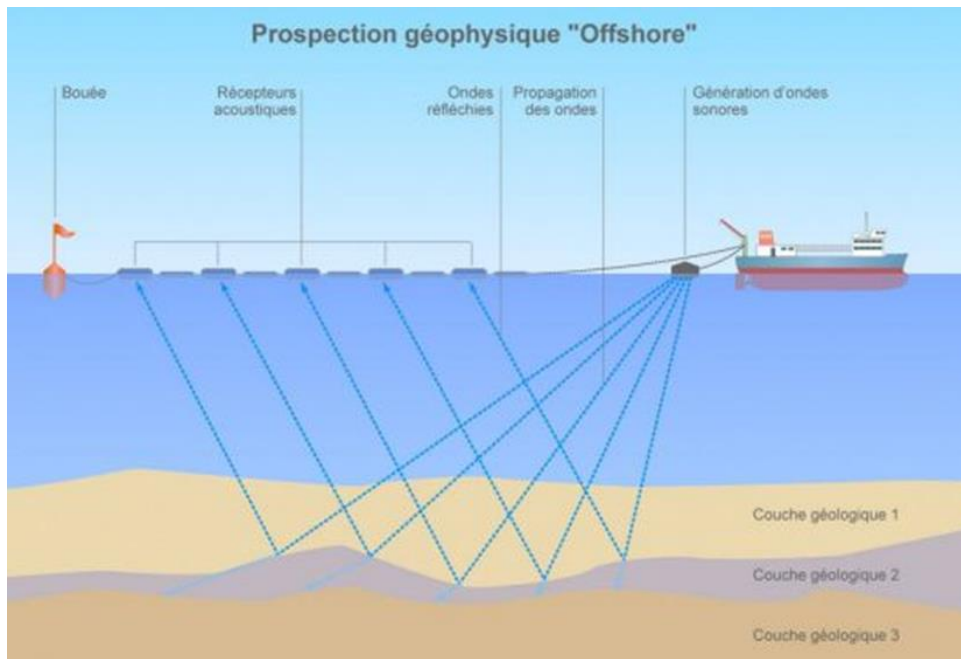


Figure II.11 : Prospection géophysique offshore

Pour passer en sismique 3D, on multiplie les flûtes et les angles de production des ondes sismiques pour permettre de construire des images du sous-sol en volume. Beaucoup plus onéreuse, l'imagerie sismique 3D est aussi beaucoup plus précise et permet de visualiser les volumes des gisements. En intégrant le facteur temps, on peut analyser l'évolution des gisements en cours d'exploitation en 4D.

2.3. Les forages d'exploration ²³

2.3.1. Concept du forage d'exploration

Après la prospection, le forage est la seule méthode pour confirmer la présence d'hydrocarbures et pour définir :

- la qualité de l'effluent du puits (huile saturée de gaz, eau) ;
- la perméabilité du réservoir ;
- la production potentielle et la quantité d'huile.

Forer consiste à percer l'écorce terrestre pour atteindre les zones pétrolifères, au-delà de deux kilomètres. Pour les gisements conventionnels terrestres, on fore généralement à la verticale mais des forages horizontaux sont pratiqués pour les gisements de grande étendue et de faible

épaisseur. En mer, pour des raisons économiques, des forages orientés multiples sont effectués à partir d'une plateforme unique.

Dans un forage vertical classique, la tête de forage est un trépan doté de dents en acier très dur, parfois diamanté, mis en rotation rapide par un train de tiges creuses reliées à une tour verticale d'une trentaine de mètres de haut dans laquelle sont regroupés la table de rotation et les pompes d'aspiration et d'injection. Au fur et à mesure de la descente du trépan, on visse en surface des tiges supplémentaires. Simultanément, on procède au tubage externe du forage par des cylindres creux en acier de diamètre supérieur au trépan que l'on gaine de ciment.

Pour débarrasser en permanence le fond du forage des débris de roche arrachés par le trépan, on injecte sous haute pression dans le train de tiges en rotation une boue fluide qui traverse le trépan et remonte par le tubage externe en entraînant les débris. Cette boue est filtrée en surface, analysée et réinjectée dans le train de tiges. Au-delà de l'évacuation des débris, ce fluide équilibre la pression sur les parois du puits, lubrifie et refroidit le trépan et peut empêcher d'éventuelles éruptions.

Comme le montre la figure suivante ;

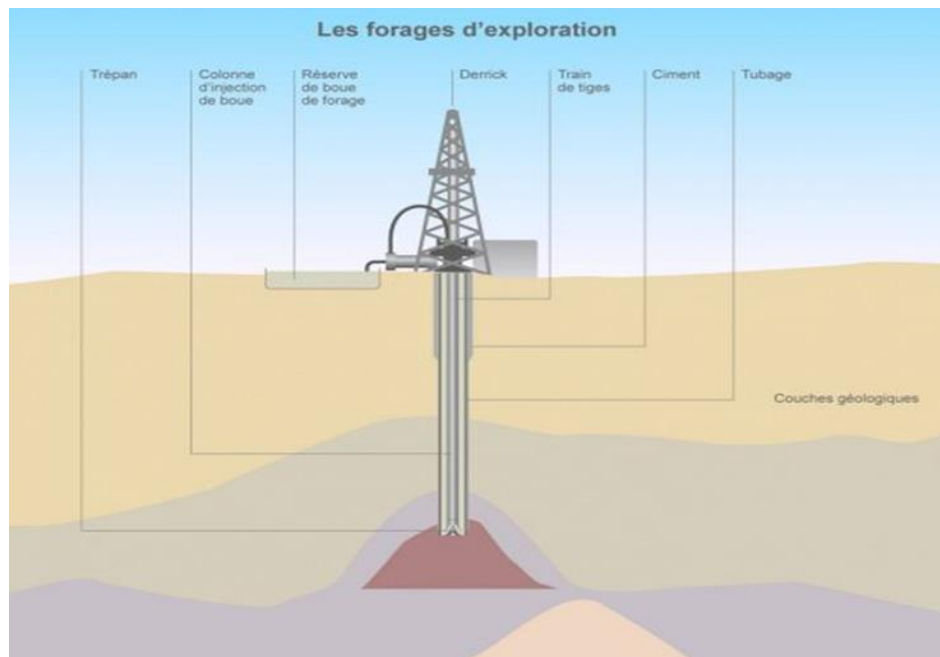


Figure II.12 : Les forages d'exploration

La profondeur des trous de forage est habituellement comprise entre 2 000 et 4 000 m et peut atteindre 6 000 m. Lorsque des traces d'hydrocarbures sont détectées dans le fluide remontant

en surface, on procède à un carottage avec un trépan spécial qui découpe un cylindre dans la roche. Une fois remontée, cette carotte fournit des informations clés sur la teneur en hydrocarbures de la roche traversée. Si un gisement est atteint, le forage est arrêté. Des explosifs sont descendus pour percer le tubage et laisser le pétrole pénétrer dans le puits et remonter à la surface si la pression est forte. Une tête de puits est alors installée pour mesurer le débit et évaluer la productivité du gisement. En cas de succès, d'autres forages sont réalisés pour en confirmer le potentiel. Puis viennent les multiples études économiques pour en estimer la rentabilité avant une décision de mise en exploitation

2.3.2. Types de forage ²⁴

Le gaz naturel est extrait avec plusieurs méthodes selon la géologie, incluant le forage vertical ou horizontal et la fracturation hydraulique.

- **Forage vertical**

Le forage vertical est la méthode d'extraction traditionnelle et était la seule disponible jusqu'aux années 1980, lorsque le forage horizontal a été inventé. Le forage vertical est encore utilisé dans certains cas, quand les gisements se trouvent juste sous la surface. Les puits sont alors forés directement dans le sol jusqu'aux roches poreuses qui contiennent le gaz naturel. Le gaz naturel extrait de cette façon est dit « conventionnel ».

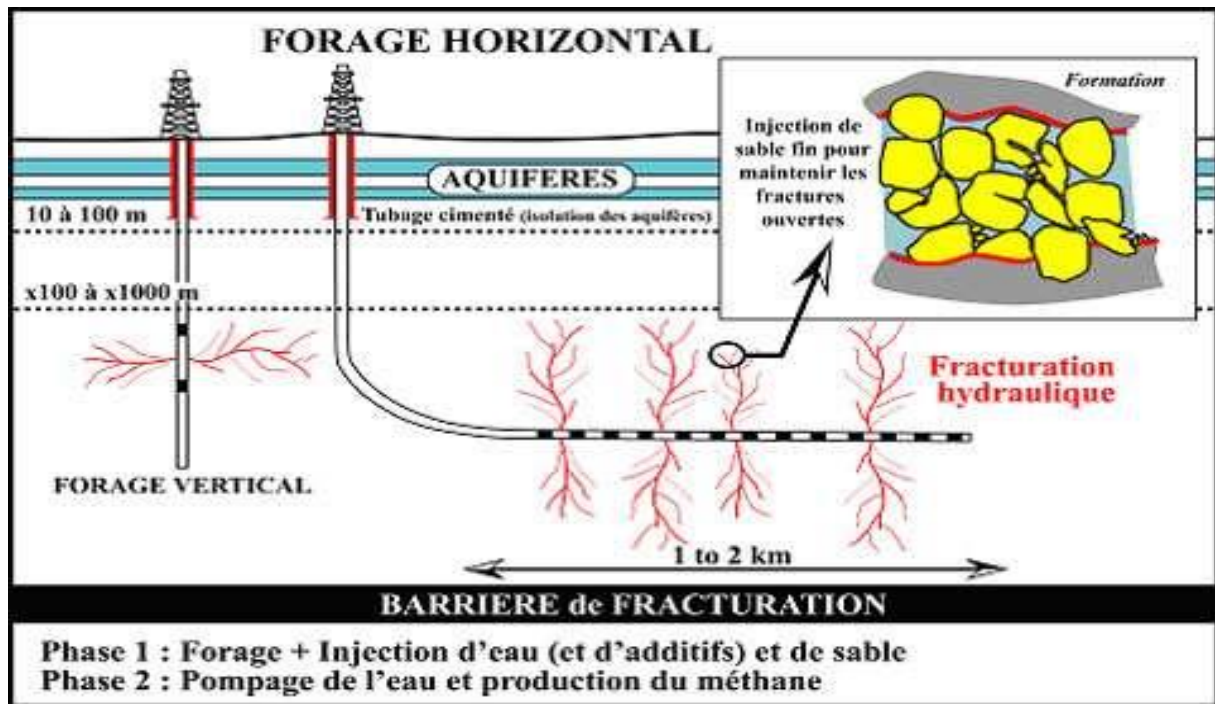
- **Forage horizontal**

Le forage horizontal a été utilisé au Texas à partir des années 1980 pour atteindre les gisements de gaz naturel auparavant inaccessibles. En utilisant cette technologie, il est possible de courber un puits vertical à une profondeur cible, puis de forer horizontalement à travers le gisement de gaz naturel.

- **La fracturation hydraulique**

Lors de la fracturation hydraulique, un fluide est pompé dans le puits à haute pression pour briser la roche du gisement et libérer le gaz naturel piégé dans des roches peu poreuses. La fracturation hydraulique est nécessaire pour exploiter ces réserves. Le gaz naturel ainsi obtenu est dit « non conventionnel »

²⁴ « How is Natural Gas Extracted | Hydraulic Fracturing in Canada ». https://www.capp.ca/fr/gaz-naturel/extraction-du-gaz-naturel/?fbclid=IwAR0qKpxz2DEwGc0v7YpletWZzJIxjqu5zJWceVBmYt3xZ6RYK_djgwwvqM (consulté le 14 juin 2022)



Source : Schéma réalisé par l'IFP

Figure II.13 : Deux cas de fracturation hydraulique, depuis un forage vertical ou horizontal.

➤ **Commentaire**

L'eau sous pression provoque un réseau de fractures que des particules solides ajoutées à l'eau empêchent de se refermer. On remarque la grande profondeur de ces forages, au-delà de 1.000 mètres et bien en dessous des nappes phréatiques.²⁵

2.4. Exploitation des puits de gaz naturel ²⁴

Quand un gisement de gaz naturel est retenu pour l'exploitation, le producteur négocie avec le propriétaire les droits d'accès en surface, et son équipe procède au forage du puits.

Si le gisement de gaz naturel se trouve en réservoir étanche, la fracturation hydraulique est nécessaire pour briser la roche et libérer le gaz naturel en surface.

²⁵ « Définition | Fracturation hydraulique - Fracking - Hydrofracturation | Futura Planète ». <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/geologie-fracturation-hydraulique->

Une fois que le gaz naturel s'écoule librement, le puits est complété en remplaçant l'équipement de forage par une tête de puits reliée à un gazoduc qui transportent le gaz naturel vers les installations de traitement.

2.5. Traitement du gaz naturel ²⁴

Le gaz naturel est distribué par gazoduc à des installations de traitement appelées usines à gaz. Le gaz naturel y est séparé de l'eau, des impuretés et d'autres gaz comme le sulfure d'hydrogène. Certaines usines à gaz retirent aussi les liquides de gaz naturel (LGN) comme l'éthane, le propane et le butane. Une fois le traitement du gaz naturel achevé, il est distribué aux consommateurs.

2.6. La distribution

Les ouvrages de distribution ont pour vocation l'alimentation en gaz combustible des consommateurs, à une pression d'utilisation comprise à l'intérieur d'une fourchette bien précise.

Les réseaux de distribution comprennent :

- Des conduites ;
- Des postes de détentés (postes clients) ;
- Des branchements ;
- Des colonnes montantes ;

En Algérie la demande nationale est considérée comme une priorité, c'est-à-dire que la demande représente la première importance, puis l'exportation dans un second degré, donc après la détermination du volume de gaz destiné à la consommation nationale, l'excédent de production tend à s'exporter.

2.7. Exportation ²⁶

Le transport du gaz naturel exporté consiste à amener le gaz depuis la zone d'extraction (après traitement) jusqu'aux gestionnaires de réseaux. Il existe deux types de transport pour le gaz :

²⁶ « Les différents acteurs de la chaîne gazière - Le MaGAZine ». https://www.gazprom-energy.fr/gazmagazine/2014/07/acteurs-de-la-chaine-gaziere/?fbclid=IwAR07amiH7KeBkdHClS1vIF_c3MVi4Ik_cBgq2X-JWxbQX_nmvRXhfXL4Jw0 (consulté le 19 juin 2022)

- **Les gazoducs** : ce sont des canalisations capables de transporter du gaz à haute pression. Pour réaliser cette mise sous pression du gaz naturel, on installe à l'entrée de ces gazoducs, puis tout au long du réseau, des stations de compression. Des stations de décompression interviennent à leur sortie. Les gazoducs peuvent être terrestres ou sous-marins et s'étendent sur plusieurs milliers de kilomètres.
- **Les bateaux méthaniers** : cette technique est utilisée quand il est trop coûteux ou techniquement complexe d'installer des gazoducs (trop grandes distances). Pour que le transport par méthanier soit possible, le gaz doit être liquéfié dans des raffineries (Arzew, Skikda) avec des conditions particulières et une température bien pensée (-160°C) avant d'être injecté dans le bateau.
Le gaz naturel liquéfié (appelé GNL, ou LNG en anglais) est ensuite regazéifié avec une température de 0°C sous haute pression avant d'être injecté dans les réseaux de distribution.

3. Les défis internes et externes auxquels l'Algérie est confrontée dans le secteur du gaz ²⁷

L'Algérie s'est efforcée de suivre les normes et conditions prévalant au niveau des marchés internationaux du gaz naturel ou elle cherchait à y prendre sa part, et en effet l'Algérie a pu occuper sa place sur ce marché et elle a fini ses efforts jusqu'à ce qu'elle devienne l'un des fournisseurs de la quasi-totalité de l'Europe occidentale. Elle devient l'Algérie l'année 1978. Contrats de vente définitifs avec différents pays tels que (Espagne, France, Belgique, Hollande, Allemagne, Grande-Bretagne, Italie, et les États-Unis d'Amérique...) Cependant, il y a des transformations des marchés et l'émergence de pays qui ont aussi des capacités invasives, Cela a permis de créer une atmosphère de concurrence, surtout après les découvertes récentes qui ont conduit à l'entrée de nouveaux concurrents sur les marchés Mondialisme.

²⁷ BOUSETOUA Khadidja, BOUREKOUA Soumia - Les enjeux du secteur gazier algérien face aux transformations majeures des marchés gaziers mondiaux – Master 2 – Mohammed Seddik Benyahia. Jijel - 2017

3.1. La découverte de nouveaux gisements et l'intensité de la concurrence

✓ La découverte de nouveaux gisements

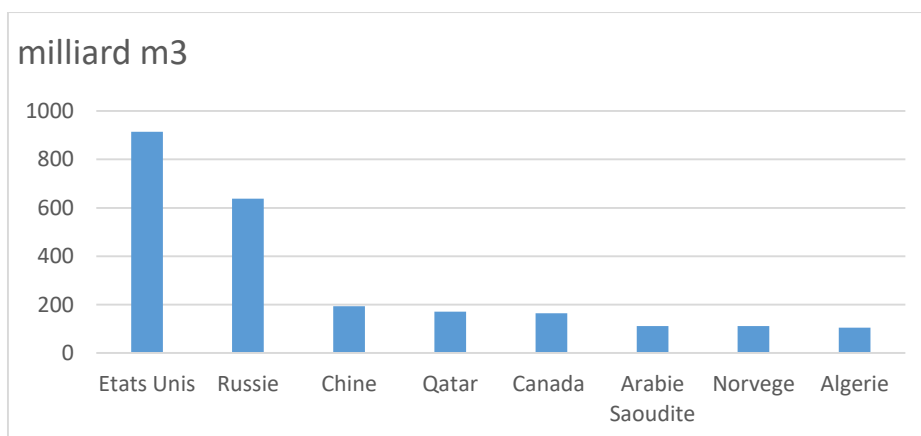
Des estimations préliminaires indiquent qu'en 2015, 45 nouveaux gisements de gaz naturel ont été découverts dans le monde et un gisement de gaz de schiste a été découvert en Chine, et parmi ces découvertes figuraient 13 nouveaux gisements de gaz naturel dans les pays arabes, y compris la découverte par l'Algérie de gaz fabriqué par la société espagnole « Repsol ». En Algérie, dans le sud du pays, à l'est de la province d'Illizi.

L'activité d'exploration de sources dans différentes régions du monde parmi les sociétés productrices est également considérée comme un grand défi pour l'Algérie, à travers sa tentative d'augmenter la proportion des réserves de gaz naturel par rapport aux autres pays

✓ L'existence d'une concurrence entre pays dans le domaine du gaz naturel

En concurrence avec l'Algérie dans le domaine du gaz naturel aujourd'hui avec de nombreux pays producteurs et exportateurs de gaz dans le monde. L'Algérie est l'un des premiers exportateurs de gaz au monde parce qu'elle se distingue des autres concurrents en exportant du gaz par deux moyens (tuyaux, pétroliers privés), mais après les nouvelles découvertes de gaz, l'Algérie est plus défiante qu'elle ne l'était en rivalisant avec les pays ayant des capacités gazières sur les marchés gaziers actuels, notamment la Russie, la Norvège, le Qatar et les États-Unis. Américains, Chine, Iran, Pays-Bas, Israël, ... etc.).

Dans la figure suivante, nous montrerons la production de l'Algérie et de ses principaux concurrents dans le domaine du gaz naturel pour l'année 2021 ;



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe II.5 : La production de gaz naturel dans les grands pays producteurs en 2021

3.2. Le développement des technologies de transport de gaz liquéfié et l'utilisation du gaz de schiste

✓ L'évolution des technologies de transport du gaz naturel à l'échelle mondiale

L'utilisation de centrales électriques au charbon et au gaz pour combler le déficit a contribué à accroître la demande mondiale de gaz naturel, créant des conditions difficiles sur le marché mondial du GNL, cependant, les perspectives du marché changent radicalement, que ce soit pour les nouveaux producteurs comme les États-Unis ou les producteurs existants comme la Russie, l'Australie et le Qatar. Ce qui offre aux marchés mondiaux du gaz naturel liquéfié une plus grande flexibilité et liquidité, ce qui devrait à son tour affecter la position de l'Algérie sur la carte mondiale du gaz, et d'autres développements pourraient conduire à ralentissement éventuel de cette croissance. L'Agence internationale de l'énergie s'attend également à une croissance sans précédent des approvisionnements en gaz naturel liquéfié, et il est prévu que de nouvelles capacités entreront sur le marché avant la fin de la décennie en cours, comme cela s'est produit avec l'Australie, qui a dépassé le Qatar et est devenu le premier exportateur de gaz naturel liquéfié dans le monde.

En conséquence, il est prévu que ces changements affecteront les exportations algériennes de gaz liquéfié en diminuant sa part de marché actuelle dans les années à venir, malgré son défi à la course pour achever la première usine de liquéfaction de gaz au monde. Mais après des développements techniques dans le processus de transfert et de facilitation du processus d'exportation de gaz vers les régions et les pays les plus reculés du monde par les navires méthaniers ; l'intensité de la concurrence sur les marchés s'est accrue.

✓ Extraction et utilisation du gaz de schiste

Il ne fait aucun doute que le boom du gaz de schiste aux États-Unis a changé la carte énergétique américaine, puisque la part du gaz de schiste dans la production totale américaine a atteint pour le gaz naturel à environ 40%, il y a des défis à faire ses preuves en matière de production de gaz de schiste, dont le plus important est la présence de gaz de schiste dans les endroits profonds en Amérique du Nord et cela renchérit le coût de sa production, car la Chine a découvert des gisements de gaz de schiste et l'extrait de cette forme de liste de concurrence entre les deux pays dans ce domaine.

Là où les experts mondiaux de l'énergie voient la révolution du gaz de schiste aux États-Unis et son grand potentiel, non seulement au niveau national, mais aussi au niveau mondial. Nous avons également assisté à une augmentation de la production américaine au cours de la dernière

décennie, et à une surproduction qui a alimenté un débat intense et une division politique sur la question de savoir s'il est dans l'intérêt de la nation de conserver cette richesse à l'intérieur des frontières américaines pour promouvoir l'Indépendance dans le domaine de l'énergie ou la concurrence sur le marché mondial du gaz naturel liquéfié, et les résultats suggérés par le rapport de l'Institut national de recherche économique ont favorisé cette dernière option en faisant passer l'intérêt national sur la première option.

Néanmoins, les querelles entourant les capacités et les limites du gaz de schiste, et la remise en cause de ses effets aux niveaux local et international à court et à long terme, se sont poursuivies.

L'Algérie a également décidé d'entrer dans l'expérience de l'extraction du gaz de schiste, bien que cette expérience soit entourée de risques pour l'environnement et de coûts élevés, et les estimations des spécialistes indiquent que le stock algérien de gaz non conventionnel ou de gaz de schiste est estimé à environ 17 mille milliards de m³, mais après les protestations des habitants de la région de sud en 2015, les activités d'extraction ont été suspendues pour une durée indéterminée.

3.3. L'augmentation de la demande interne du gaz et l'émergence de crises économiques en Europe

✓ Augmentation de la demande interne de gaz

Le pourcentage de la demande mondiale de gaz naturel en 2015 était d'environ 8,23 %, et le gaz naturel occupait la première place pour couvrir les besoins énergétiques des pays arabes, dont le plus important est l'Algérie. Électricité Cela a entraîné une augmentation de la consommation de gaz naturel à un rythme annuel croissant, surtout ces dernières années. L'une des raisons de l'augmentation de la demande et de la consommation intérieure de gaz est de soutenir l'État en baissant les prix par rapport à d'autres pays et en continuant à produire et à ouvrir des lignes de distribution pour cette substance vitale cela a coûté de grandes pertes à l'Algérie. Cela a obligé l'Algérie à relever le défi de répondre à la demande intérieure croissante et d'augmenter la production en échange de ses ambitions d'augmenter ses exportations dans le commerce international, car l'augmentation de la consommation intérieure de cette énergie épuisée signifie une réduction des exportations, et cela est dû à l'Algérie en raison de la baisse des revenus des hydrocarbures, ce qui est la première source du trésor.

✓ Les crises économiques et la finance en Europe et dans le monde

Les défis négatifs imposés par la crise financière mondiale et européenne, notamment sur la stabilité financière et économique algérienne en raison du lien entre les exportations énergétiques algériennes et le marché européen. Et donc il y a un ensemble de défis qui peut être imposée en cas de poursuite de la crise financière en Europe, dont la plus importante est que l'Algérie profite également de la baisse des prix de l'euro sur le marché financier mondial, car elle risque de perdre les bénéfices de ses réserves de change dans la monnaie européenne, puisque les réserves sont constituées de 42 % de l'euro et de 46 % de le dollar. En plus de l'impact direct qui peut émerger sur l'économie algérienne, en cas de poursuite de la crise financière européenne, les revenus du gaz naturel peuvent être attribués à la connexion des projets énergétiques algériens avec le marché européen. Et donc le principal résultat est que les opportunités présentées par le marché financier européen crise à l'Algérie et les défis restent l'otage des revenus des hydrocarbures algériens, que ce soit en négatif ou en positif, tant que l'économie algérienne est une économie de rente.

4. L'avenir du secteur gazier algérien après les transformations en cours sur les marchés mondiaux du gaz ²⁷

L'Algérie a fait des efforts ces dernières années pour convaincre les grands fournisseurs de gaz naturel de la nécessité de mettre en place une « organisation des pays exportateurs de gaz » afin de contrôler l'approvisionnement mondial de cette ressource vitale. Ce qui se traduira par la garantie de la stabilité de ses prix et une meilleure maîtrise de celui-ci, et l'avenir du gaz naturel algérien dépend de plusieurs facteurs conjugués dont les plus importants sont la politique publique algérienne en matière d'industrialisation et la politique de commercialisation du gaz à l'étranger.

4.1. La politique publique algérienne dans le domaine du traitement du gaz

La géographie de la fabrication utilisée dans le gaz naturel est considérée comme étant à ses débuts avec la mise en place de la loi d'économie gazière qui va rechercher des hubs majeurs, notamment à l'extrémité de chaque gazoduc. La recherche se situe ici pour les clients qui ont une large consommation de gaz, qui assure un flux continu et rapide de cette ressource énergétique et permet ainsi à d'autres clients d'en bénéficier dans des conditions appropriées. Si les capacités pétrolières algériennes apparaissent limitées, les réserves de gaz restent, au fil des découvertes successives, énormes au point qu'elles occupent le au huitième rang mondial et

peut dépasser les estimations, car ces capacités résident dans plus de quatre-vingts champs gaziers représentant des réserves estimées à environ 4500 milliards de mètres cubes. Il est nécessaire de réduire la dépendance excessive à l'utilisation du gaz dans le secteur de la production d'électricité (98%). Et parce que le gaz est une ressource non renouvelable et épuisée, les défis auxquels le gouvernement sera confronté à l'avenir pour assurer la préservation des sources de production d'énergie sont mis en évidence.

L'Algérie travaille à la mise en place prochaine de nouveaux projets gaziers dans le but de relancer la production de gaz naturel pour pouvoir répondre à la demande intérieure croissante de cette substance d'une part et maintenir ses contrats longs avec l'Europe d'autre part, mais un problème posé est la réticence des investisseurs étrangers à conclure de nouvelles transactions et à établir de nouveaux projets et à investir sur le marché gazier algérien. La raison de leur manque de demande est principalement due à l'absence d'incitations fiscales. Ainsi qu'à l'octroi de la majorité à la règle (51 % contre 49 %), avec l'imposition d'une taxe sur les bénéfices des compagnies pétrolières internationales opérant en Algérie. Et malgré les modifications apportées aux lois sur les hydrocarbures pour attirer de nouveaux investisseurs étrangers dans de nouveaux projets, notamment vers les gaz non conventionnels (gaz de schiste), l'aversion des étrangers à investir dans le domaine des hydrocarbures existe toujours, peut-être la question de la corruption et des scandales La Société générale algérienne des hydrocarbures SONATRACH en 2010 a eu un impact sur sa réputation internationale en tant que société d'hydrocarbures, et tout cela entraînera une perte de confiance pour les investisseurs étrangers et une grande perte pour eux dans ce domaine maintenant et à l'avenir.

4.2. La politique de commercialisation du gaz naturel à l'étranger

L'augmentation de la production et des producteurs de gaz est considérée comme l'une des sources traditionnelles, d'autant plus que la législation européenne visant à libéraliser le marché du gaz est prête, puis à commencer à extraire le gaz de schiste en Europe, ce qui peut conduire à une rupture de la relation entre les prix du pétrole et du gaz en L'Europe à l'avenir, comme c'est le cas en Amérique, ce qui pourrait conduire à la création d'un marché européen du gaz de schiste ou d'un marché spot du gaz naturel. Ainsi, il imposera des pressions sur le commerce d'exportation de gaz en Algérie, ce qui rendra plus difficile la prévision des revenus possibles du gaz naturel. Quant à la conclusion par l'Algérie de contrats, dont les plus importants sont avec l'Espagne et l'Italie pour les ravitailler en gaz, que ce soit par pipelines ou par les navires méthaniers pour le gaz liquéfié en tant que projets initiaux et actuellement comme de nouveaux

projets pour le gaz non conventionnel, les performances économiques de ces pays souffrent depuis un certain temps de problèmes économiques internes, ce qui a entraîné des pertes pour l'Algérie de plus de 1500 milliards centimes

La diminution significative de la corrélation des prix du gaz avec les prix du pétrole dans les contrats à long terme, en particulier après des périodes de prix élevés du pétrole. Compte tenu du développement que connaît le commerce du gaz naturel liquéfié sur le marché spot à bas prix, le marché européen du gaz se dirige vers une saturation de cette substance sur les marchés, ce qui a incité l'Union Européenne fait pression sur l'Algérie tout en l'obligeant à réduire le prix des contrats de gaz à long terme. On sait que l'Algérie a la plupart de ses contrats de gaz naturel à long terme liés aux prix du pétrole. Les analystes économiques voient également une baisse du volume des exportations de gaz naturel algérien dans les années à venir.

Conclusion

L'invasion de l'Ukraine a déstabilisé la confiance des pays européens dans la Russie, qui compte beaucoup sur elle pour assurer ses besoins énergétiques, notamment en gaz. Alors que l'Europe ressent l'étendue de sa dépendance au gaz russe, que Moscou présente comme une arme dans sa réponse aux sanctions occidentales, les pays européens s'efforcent de trouver des alternatives au gaz russe.

Dans ce contexte, il est question de relancer le projet de gazoduc "MidCat" pour acheminer le gaz algérien de l'Espagne vers la France, ce qui pourrait aider l'Europe à se passer du gaz russe. L'Allemagne, qui importe environ 55% de son gaz naturel de Russie, soutient fermement l'achèvement du projet de gazoduc entre l'Espagne et le sud de la France, qui a été interrompu en 2019.

Son PDG a déclaré que le géant algérien des hydrocarbures SONATRACH est prêt à fournir plus de gaz à l'Europe, surtout après que les pays européens ont voulu chercher une alternative au gaz russe suite aux problèmes liés à la crise ukrainienne, en l'orientant notamment à travers le gazoduc reliant l'Algérie à l'Italie. Le Dimanche 27 février 2022, son PDG, Taoufik HAKKAR* a annoncé au quotidien "**Liberté**" que "SONATRACH est un fournisseur fiable de gaz sur le marché européen et elle est prête à accompagner ses partenaires de long terme dans les situations difficiles". Il a souligné que l'Europe est le "marché naturel préféré" de l'Algérie, qui contribue à 11% de ses importations de gaz.

* Monsieur Toufik HAKKAR est diplômé en Economie Pétrolière de l'Institut National des Hydrocarbures et de la Chimie de Boumerdes, Algérie et d'un Master en Economie de l'Energie et de l'Environnement de l'Ecole Supérieure Enrico Mattei en Italie et doctorant en management à l'ISGP.

Chapitre III

La consommation nationale du gaz naturel

Introduction

Depuis le début des années 80, l'Algérie a concentré tous ses efforts sur le développement du gaz naturel comme énergie principale et de substitution dans les plus gros usages de consommation locale, ce qui explique la part importante de la consommation dans la production commercialisée.

La demande de gaz naturel a considérablement augmenté depuis son introduction et sa consommation a presque doublé, il est donc devenue l'une des principales sources d'énergie, elle est consommée par les ménages et par l'industrie. Les ménages consomment principalement pour la cuisine et le chauffage. L'industrie, quant à elle, consomme le gaz naturel pour le chauffage, la production d'électricité et toute une gamme de procédés industriels. Dans presque toutes ses applications, le gaz naturel est nécessaire pour produire de la chaleur. Le gaz naturel est donc en concurrence avec d'autres sources d'énergie, principalement l'électricité, le charbon et le fioul.

1. La place du gaz dans la consommation de l'énergie ²⁸

La consommation nationale du gaz naturel a démarré en 1961 avec seulement 156 millions de M³ pour atteindre 18,4 milliards M³ en 1983, soit une progression annuelle sur la période de 23%.

Or, bien que la consommation de gaz en Algérie ait fortement grimpé de 1960 à 1983, elle ne progresse plus que 1%/an entre 1984 et 2000 avant d'être tirée fortement en hausse par le secteur résidentiel et celui de production d'électricité durant la décennie 2000-2010. La part du gaz naturel dans le bilan de consommation énergétique nationale a évolué de 45% en 1976 à 61% en 1998 et 64% fin 2010.

Depuis le début des années 80, l'Algérie a concentré tous ses efforts sur le développement du gaz naturel comme énergie principale et de substitution dans les plus gros usages de consommation locale, ce qui explique la part importante de la consommation dans la production commercialisée. Cependant, à partir de 1984, la part de la consommation a baissé pour céder sa place aux exportations qui ont enregistré une part annuelle de 63% sur la période 1984-2000 et 71% entre 2000-2010.

La forte part des exportations dans la dernière décennie reflète une certaine déconnexion du secteur énergétique par rapport aux autres secteurs de l'économie algérienne. En effet, l'Algérie cherche durant cette période à honorer ses contrats avec ses partenaires et de préserver sa place sur le marché européen du gaz naturel en fixant un plafond des exportations gazières de 85 milliards m³ pour 2010 (ce qui n'a pas été réalisé)

Il ressort que la part du gaz naturel dans le bilan énergétique national est prépondérante. Si l'on exclut les consommations énergétiques par les industries énergétiques (traitement et transport des hydrocarbures, usines de liquéfaction du gaz, les livraisons par SONALGAZ aux utilisateurs de cette énergie se sont élevées à fin 1998 à 11,4 milliards m³ réparties de la façon suivante :

²⁸ Guide de Sonelgaz



Source : Document de SONATRACH

Graphique III.6 : Structure de la consommation nationale de gaz en 1998

- La nouvelle politique énergétique algérienne et l'élaboration d'un modèle national de consommation ont fait progressivement constitué un marché national du gaz naturel desservi par SONELGAZ (hors clients SONATRACH et pétrochimie-engrais) et comprenant plus de 1.5 millions clients consommant 4.5 milliards de m³ auxquels s'ajoutent 24 centrales de production d'électricité représentant 8.4 milliards de m³ de consommation.

Ce marché est structuré de la façon suivante :

- ⇒ **La production d'électricité** constitue par conséquent le principal usage du gaz naturel et a été le moyen privilégié de l'augmentation de taux de pénétration de cette énergie dans le pays. Très vite les centrales existants, qui fonctionnaient au charbon ou au mazout, ont été converties au gaz naturel devenu le combustible de base de l'ensemble des centrales qui ont été réalisées par la suite. La production d'électricité représente aujourd'hui 65% du marché du gaz desservi par SONELGAZ.
- ⇒ **La clientèle industrielle** constituée par les grandes usines de production est dominée par un nombre limité de secteur (cimenteries, sidérurgie et matériaux de construction) a été également de par l'importance de leur consommation un facteur ayant contribué largement à la visibilité des projets d'extension des réseaux de gaz.
- En retour, la distribution de ce combustible a constitué pour cette catégorie d'utilisation un atout précieux dans la performance des processus retenus et un avantage déterminant de leur

rentabilité. Les distributions publiques alimentent 1.5 millions de clients des secteurs résidentiel et tertiaire.

2. La stratégie de développement de l'industrie du gaz naturel en Algérie ²⁸

La stratégie de développement de l'industrie gazière en Algérie qui définit pour mettre en œuvre le modèle de consommation énergétique et qui va se reposer sur les axes suivants :

2.1. Le développement des infrastructures

Le développement de l'industrie du gaz naturel et par conséquent des consommations, était conditionné par la mise en place des infrastructures nécessaires (réseaux de transport et de distribution). Celles-ci pourront être mises en place dans le prolongement des canalisations de grand transport réalisées par SONATRACH pour acheminer le gaz vers le Nord du pays.

C'est ainsi que SONELGAZ a progressivement structuré son réseau de transport vers des sites de centrales de production d'électricité et des projets d'unités industrielles qui fleurissaient au rythme d'une croissance économique très soutenue. Cette extension du réseau de transport permettait également, à la faveur des tracés optimisés, de raccorder les agglomérations situées à des distances raisonnables.

Cette phase est passée par trois grandes périodes qui ont caractérisé le développement de l'industrie gazière en Algérie.

Avant 1961 : son origine remonte au siècle dernier avec la construction de la première usine à gaz à Alger en 1856. Jusqu'en 1961, Le gaz distribué était du gaz manufacturé destiné à l'usage exclusif du secteur domestique. A cette date, 11 localités urbaines situées dans la partie nord du pays étaient desservies à partir d'un réseau dont la longueur totale était de 1567 km, livrant le gaz à 205000 abonnés pour une consommation annuelle de 500 Millions de thermies.

De 1961 à 1968 : avec la découverte du gisement de Hassi R'mel, et sa mise en production dès 1961, le gaz naturel est venu se substituer progressivement au gaz manufacturé dans le secteur domestique et gagner petit à petit le secteur industriel avec la desserte de 15 unités. Cependant, cette période a surtout été marquée par la substitution massive et rapide du gaz naturel aux combustibles classiques dans la production de l'électricité.

Dès son arrivée, le gaz naturel a pris une part prépondérante dans la consommation de combustible avec 76,6% (1776Mth) pour atteindre 77,4% en 1968 (1629 Mth). Les livraisons globales de gaz naturel ont atteint en 1968, 4274 millions de thermies dont la répartition par secteur était la suivante : -50% pour les centrales thermiques, -40% pour les clients industriels, -10% pour les distributions publiques. En 1962, l'infrastructure gazière se composait d'un réseau de transport de 425km qui passe à 575km en 1968 et d'un réseau de distribution d'une longueur de 1567 km en 1968.

De 1969-1998 :

C'est à partir de 1969, que l'industrie gazière nationale connaîtra son véritable essor avec le premier plan national de développement industriel, renforcé par la volonté des pouvoirs publics de mettre à la disposition de l'économie en général et à la portée de tous les citoyens, au cours de cette période, une évolution rapide caractérisée par le développement des infrastructures et la forte croissance des consommations de gaz dans les trois secteurs : le domestique, l'industriel et la production de l'électricité.

- **Perspectives de développement des infrastructures électriques et gazières (2015-2018)**

⇒ **Pour l'électricité :**

Les variations de la consommation d'électricité sont en général analysées sous l'angle de la sécurité d'approvisionnement, il s'agit de garantir la continuité de la fourniture même lors des pics les plus élevés de consommation. Ces variations recouvrent ainsi des enjeux importants en termes de dimensionnement du réseau électrique et du parc de production d'électricité.

Les consommations électriques de pointe se traduisent par des besoins importants en puissance qui nécessitent à leur tour des investissements lourds et coûteux pour le développement des infrastructures de production électrique et du réseau de transport et de distribution, qui doivent être dimensionnés de façon permanente pour supporter les besoins extrêmes.

C'est dans ce cadre que SONELGAZ et ses filiales prévoit la réalisation entre 2015 et 2018 :

Production : une capacité de production électrique de 14 049 MW, soit 10 325 MW en cycle combiné et 3 724 MW en turbine à gaz. Transport : 11 852 km de lignes et 301 postes

Distribution : 75 744 km et 36 462 postes.

⇒ Pour le gaz :

Le marché d’approvisionnement national en gaz, est fondé sur une capacité de transport du gaz adaptée aux besoins des clients. L’enjeu majeur auquel doit répondre le développement du réseau est d’apporter au marché national du gaz les capacités nécessaires et suffisantes, dans les conditions économiques compatibles avec la qualité de service attendue par les utilisateurs du réseau. Aussi, le développement de nouvelles capacités d’acheminement et la réhabilitation des ouvrages en exploitation sont un axe majeur de la stratégie du gestionnaire du réseau de transport du gaz, dans le cadre de ses missions de satisfaction de l’approvisionnement national en gaz.

Les efforts seront maintenus également en termes de développement des infrastructures de distribution du gaz pour améliorer l’accès de la population au gaz naturel et assurer un équilibre socio-économique régional du pays. Les perspectives de développement du réseau gazier portent sur la réalisation de 757 ouvrages gaz et 682 DP gaz.

2.2. Le développement des capacités de réalisation

Le développement des infrastructures devait être porté par les moyens nécessaires comprenant au sens large, les capacités de conceptions des plans de développement, les capacités d’étude et de mise en œuvre des projets et enfin les entreprises de réalisation elles-mêmes.

2.3. Le développement de la capacité de fabrication du matériel

L’expansion attendue des réseaux de transport et de distribution de gaz naturel constituait un marché opportun pour la mise en place et le développement d’une industrie de fabrication des équipements nécessaires.

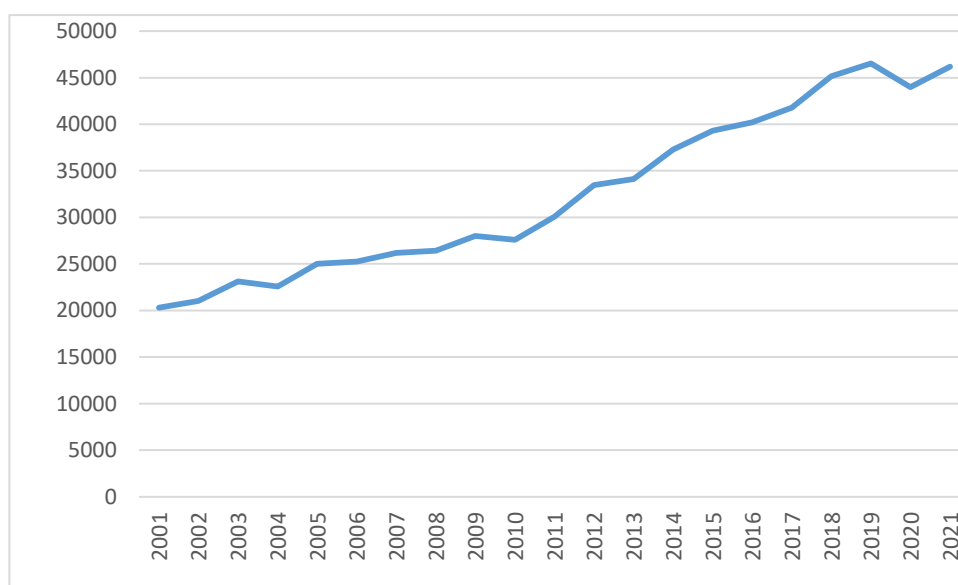
L’intérêt s’est naturellement porté sur les matériels dont les consommations étaient importantes. C’est ainsi qu’outre des tubes (acier) dont le marché comprenait également celui de l’industrie pétrolière et gazière amont, des moyens de fabrication de tubes en polyéthylène ont été mis en place après l’introduction de cette technique dans les réseaux de distribution ainsi qu’une usine de production des compteurs et détendeurs nécessaires aux branchements.

2.4. Une tarification favorable

Des tarifs relatifs largement favorables au gaz naturel et la commodité de la distribution par réseau ont été également des paramètres déterminants dans la stratégie de développement du gaz naturel. Ce sont là les facteurs qui ont permis l'expansion rapide et l'émergence d'un marché national du gaz naturel qui a conquis très vite une place prépondérante sur la scène énergétique algérienne faisant ainsi converger les objectifs stratégiques nationaux.

L'adéquation entre la consommation nationale et la structure des réserves d'une part et celles de la protection de l'environnement résultants des qualités du « plus propre des combustibles fossiles » a fait du gaz naturel une ressource naturelle très prometteuse.

3. Evolution de la demande depuis 2001



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe III.7 : évolution de la demande nationale depuis 2001

On peut diviser notre courbe sur quatre (4) parties :

- **La première partie (2001-2010) :**

On remarque que le développement de la demande nationale au cours de cette période connaît une augmentation avec un rythme lent et avec un taux de croissance régulier du fait de la faible croissance démographique et de l'absence de programmes de

développement et d'approvisionnement en gaz naturel à cette époque, en plus de la faiblesse de l'activité industrielle.

- **La deuxième partie (2010-2019) :**

On remarque que le développement de la demande nationale au cours de cette période connaît une augmentation avec un rythme rapide du fait du PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT QUINQUENNAL (2010-2014) « *Ce programme alloue également plus de 350 milliards de dinars algériens pour permettre à 1 million de foyers de bénéficier du raccordement au réseau de gaz naturel et 220 000 foyers ruraux à l'électricité.* »

- **La troisième partie (2019-2020) :**

On note une diminution sur la demande nationale du gaz naturel cela est dû à la pandémie mondiale du virus Corona, qui a entraîné une baisse de l'activité industrielle, qui à son tour a entraîné une baisse de la demande.

- **La quatrième partie (2020-2021) :**

Où l'on constate une augmentation de la consommation de gaz naturel, due à la diminution de la gravité de la propagation de l'épidémie, qui a entraîné le retour de l'activité industrielle, en plus de la décision du président Abdelmadjid TEBBOUNE, qui prévoit la fourniture de gaz naturel vers les zones d'ombre.

« Les efforts de SONELGAZ au cours de l'année 2020 lui ont permis de raccorder près de 370000 nouveaux foyers à l'électricité et 362000 foyers au gaz, portant les nombres d'abonnés à 10.4 millions de clients pour l'électricité et 6.4 millions de clients pour le gaz

4. L'évolution de la demande par région en Algérie

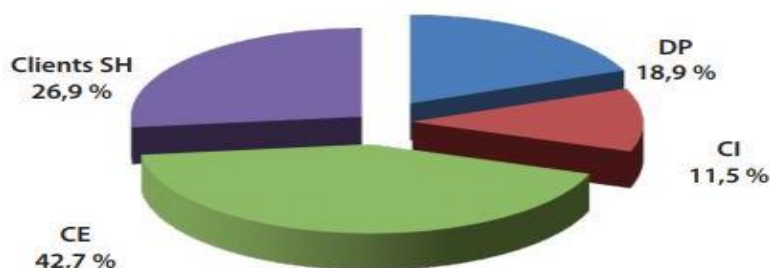
Elle est évaluée sur la base des consommations réelles enregistrées mensuellement de janvier à décembre 2011 par région et par type d'utilisation.

Durant cette année, la consommation globale en gaz naturel a atteint 30,1 milliards de m³, soit une évolution de 10 % par rapport à 2010. Cette croissance est due au programme quinquennal de développement, qui prévoit la livraison obligatoire de gaz dans les zones rurales.

Il a été distribué comme suit :

- Distribution Publique : 5,70 milliards de m³ (+11.8% par rapport à 2010) ;

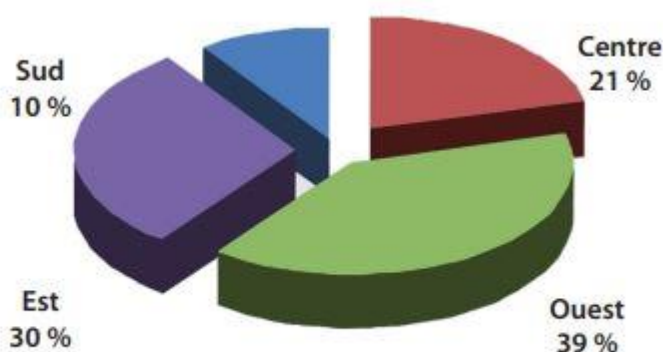
- Clients industriels desservis par GRTG : 3,5 milliards de m³ (+ 10.6%) ;
- Centrales électriques : 12.85 milliards de m³ ;
- Clients desservis par SONATRACH : 8.1 milliards de m³



Source : Document de SONATRACH

Graphique III.8 : consommation de gaz naturel par type d'utilisateurs en %

On remarque que la consommation des centrales électriques représente 42,7% de la consommation globale, suivie par la consommation des clients desservis directement par le réseau de SONATRACH avec 26,9%. La distribution publique, ainsi que les clients industriels y compris NAFTEC Alger et ASMIDAL Annaba se partagent le reste de la consommation avec des taux respectifs de 18,9% et 11,5% de la consommation globale.



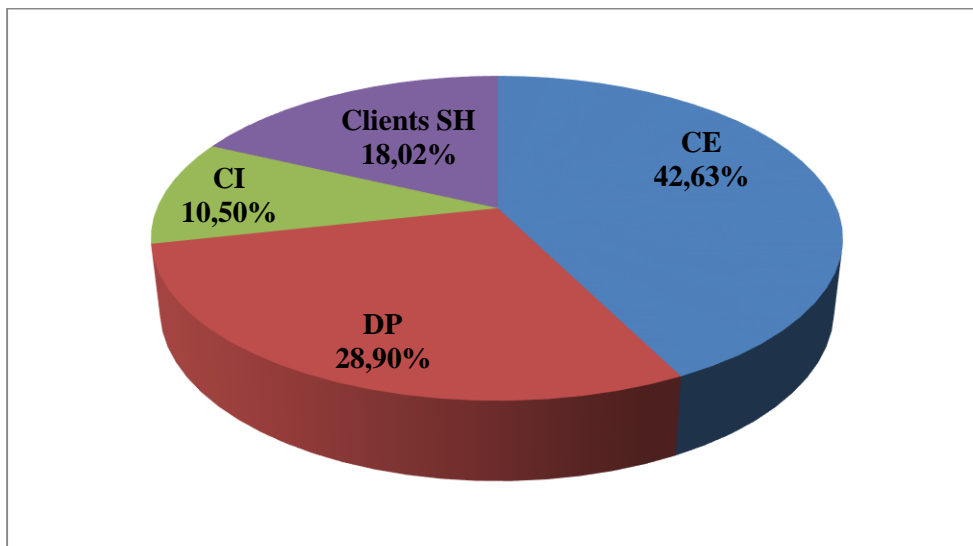
Source : Document de SONATRACH

Graphique III.9 : L'évolution de la demande par région en Algérie

Par région, près de 70 % de la consommation totale de gaz naturel sont tirés par les clients des régions Ouest et Est du pays. Ceci s'explique par la localisation des principales unités de liquéfactions ainsi que la plupart des centrales électriques dans ces deux régions. Le reste de la consommation (31%) est partagé entre les clients des régions du Centre et du Sud du pays.

- Evolution de la demande de 2011 à 2021 :

Plus les quatre clients de SONELGAZ et avec l'apparition d'autres gros projets consommateurs de gaz naturel qui ont été alimentés par le réseau de GRTG. En 2021, la demande globale atteint 46.2 milliard de m³, soit un rythme d'évolution de 7% entre 2011 et 2016 et de 3 % entre 2016 et 2021.



Source : Document de SONATRACH

Graphique III.10 : taux de consommation de gaz naturel par type d'utilisateurs en %

➤ Commentaire

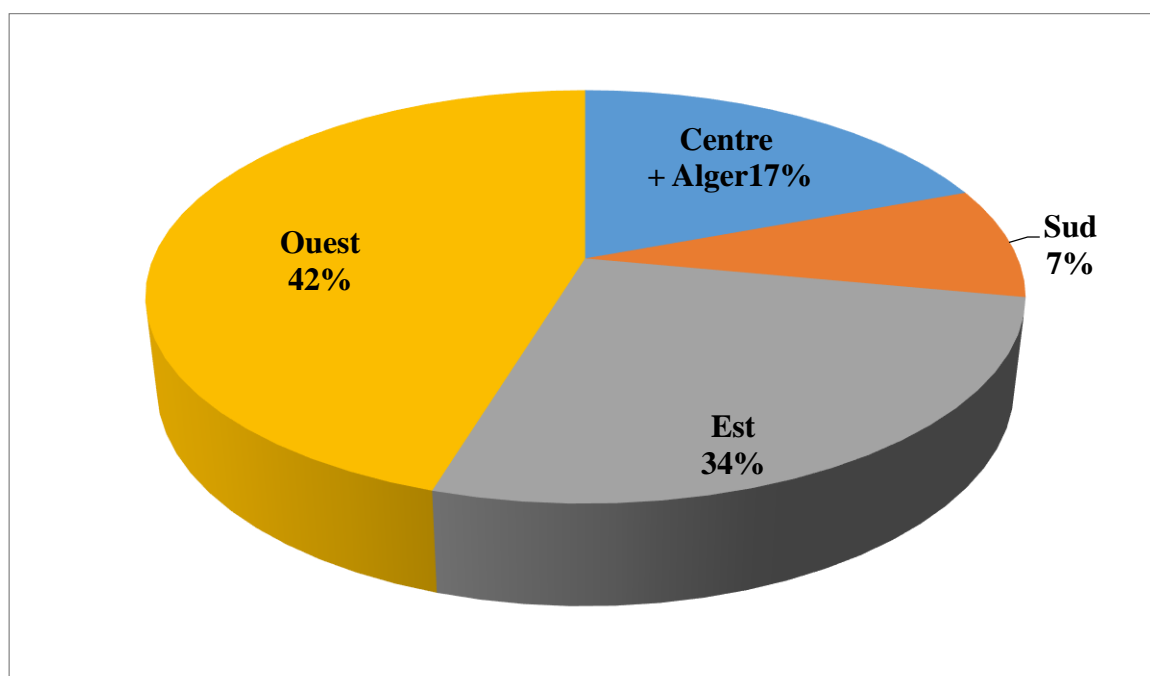
La consommation gazière est réparti en quatre types d'utilisation ;

- En premier lieu les centrales électriques qui représentent 42.63%.
- En suite clients de la SONATRACH avec une part de 18,02 %.
- vient en troisième position les distributions publique 28.90 %.
- enfin les clients industriels avec un pourcentage de 10,57 %.

Tableau III.5 : L'évolution de la demande par région en Algérie (Unité Millions de m³)

Region	CENTRE		EST		OUEST		SUD		TOTAL	
	GRTG	SH	GRTG	SH	GRTG	SH	GRTG	SH	GRTG	SH
	6442	1415	12884	2830	15917	3496	2652	582	37897	8325
Total en M de m ³	7857		15714		19413		3232		46200	
Total en %	17%		34%		42%		7%		100%	

Source : Etablit par l'étudiant



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe III.11 : consommation de gaz naturel par zone géographique

➤ **Commentaire**

Par zone géographique, la consommation des clients des zones Ouest et Est représenterait 76,0% de la consommation totale. Ceci s'explique par la localisation des principales unités de liquéfaction ainsi que les centrales électriques dans ces deux zones. Le reste de la consommation (24,0%) est partagé entre les clients des zones du Centre et du Sud du pays.

5. Généralité sur les centrales électriques ²⁹

L'énergie électrique est un facteur essentiel de développement économique, dans tous les pays du monde. Son importance relative s'accroît avec les progrès techniques, l'industrialisation et le besoin de confort moderne. L'augmentation de sa production est synonyme d'amélioration de la qualité de vie et de création de richesse.

Définition

La production de l'énergie électrique consiste en la transformation de l'ensemble des énergies primaires en énergie électrique. Une centrale électrique est un site industriel destiné à la production d'électricité. Elle transforme diverses sources d'énergie primaire en énergie électrique.

5.1. Les types des centrales électriques en Algérie

5.1.1. Centrale thermique à vapeur

Dans une centrale thermique, une chaudière chauffe de l'eau et la transforme en vapeur. L'énergie calorifique est obtenue en brûlant le plus souvent du charbon, du pétrole ou du gaz. La chaleur dégagée par la combustion vaporise l'eau qui atteint alors une très haute température. L'énergie mécanique engendrée par la vapeur circulant dans la turbine, entraîne l'alternateur qui la transforme en énergie électrique. Voir la figure suivante ;

²⁹ <https://www.engie.com/activites/thermique/centrales-thermiques,01/06/22>

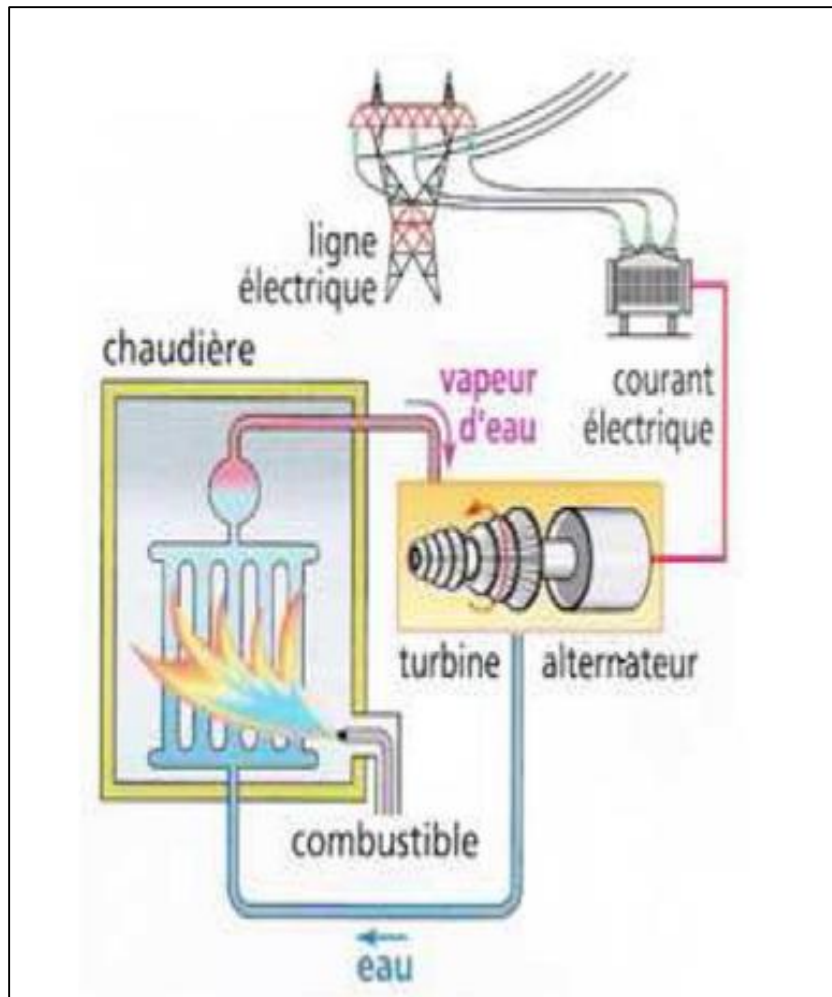


Figure III.14 : Centrale thermique à vapeur

5.1.2. Centrale thermique a gaz

Les centrales à gaz sont basées sur la combustion du gaz naturel ou fioul dans de l'air sous pression et sur la détente des gaz chauds brulés dans une turbine couplée à un alternateur. La turbine est l'élément de base d'une centrale électrique. C'est un moteur rotatif qui convertit l'énergie de vapeur ou de gaz en énergie mécanique. Plus généralement, c'est un organe permettant la détente d'un fluide en recueillant son énergie sous formes mécanique. On distingue les turbines hydrauliques, les turbines à vapeur et les turbines à gaz.

La figure suivante montre comment fonctionne la central thermique à gaz ;



Figure III.15 : centrale thermique à gaz

5.1.3. Centrale hydraulique

Les centrales hydroélectriques convertissent l'énergie de l'eau en mouvement en énergie électrique. L'énergie provenant de la chute d'une masse d'eau est tout d'abord transformée dans une turbine hydraulique en énergie mécanique. Cette turbine entraîne un alternateur dans lequel l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique.

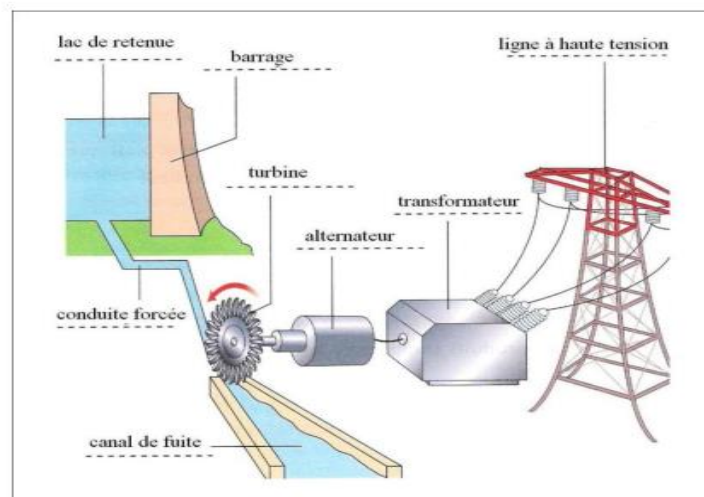


Figure III.16 : Centrale Hydraulique

5.1.4. Cycle combiné ³⁰

On appelle cycle combiné l'intégration en une seule unité de production de deux technologies complémentaires en termes de niveau de température : les turbines à gaz, qui fonctionnent à haute température et les centrales à vapeur, qui opèrent à des températures plus basses (entre 450 °C et 30 °C environ). Les cycles combinés permettent ainsi de valoriser l'enthalpie résiduelle des gaz d'échappement d'une turbine à gaz en s'en servant comme source chaude pour un deuxième cycle de production d'énergie mécanique. L'échangeur interne qui permet de transférer au cycle à vapeur l'enthalpie résiduelle des gaz sortant de la turbine s'appelle un générateur de vapeur récupérateur ou GVR.

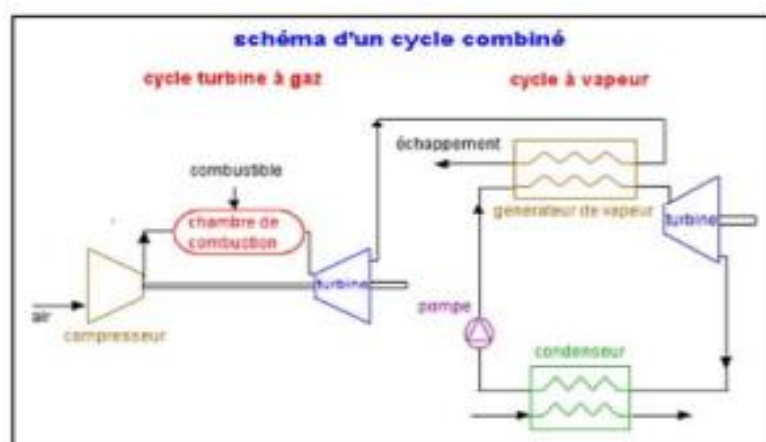


Figure III.17 : Cycle combiné

5.2. Capacité nationale de production d'énergie électrique en Algérie ³¹

Le parc de production nationale de l'énergie électrique est dominé par cinq (5) centrales à cycle combiné d'une puissance totale de 5007 MW représentant un pourcentage de 35.87%, elles sont suivies par seize (16) centrales à gaz d'un totale de 4701 MW, un pourcentage de 33.67%, et puis neuf(9) centrales à vapeur qui produisent un total de 3833 MW (27.46%), viendront ensuite treize (13) centrales hydrauliques avec un total de 269.208 MW soit 1.93%, et enfin 150 MW de la puissance totale nette est produite par la nouvelle centrale hybride de

³⁰ <https://direns.mines-paristech.fr/Sites/Thopt/fr/co/cycles-combines.html>

³¹ Yahia Kriterm, Bilan énergétique et exégétique d'une centrale thermique- Spécialité énergétique et développement durable- Ecole supérieure de technologies industrielles Annaba- 2020

Hassi R'mel qui représente 1.07% de la production totale. On les résume dans le tableau III.6 suivant :

Tableau III.6 : La liste des centrales électriques en Algérie

	<i>cycles de production</i>	<i>d'énergie</i>	<i>à vapeur</i>	Site
	Nom de la central	Puissance nette nominale (MW)	Energieprimaire (Combustible)	
Turbine à gaz (TG)	Adrar	100	Gaz	Adrar
	Bab Ezzouar	108	Gaz	Alger
	Annaba	80	Gaz	Annaba
	Boufarik	96	Gaz	Blida
	Larbaa	500	Gaz	Blida
	Tilghemt	200	Gaz	Laghouat
	SKB	500	Gaz	Alger
	M'Sila	730	Gaz	M'Sila
	Kahrama	318	Gaz	Oran
	HassiMessaoud I	120	Gaz	Ouargla
	HassiMessaoud II	200	Gaz	
	HassiMessaoudSud	72	Gaz	
	HassiMessaoudOuest	492	Gaz	
	F'Krina	300	Gaz	Oum el Bouaghi
	Relizane	465	Gaz	Relizane
	Tiaret I & II	420	Gaz	Tiaret

Total	/	4701	/	/
Thermiques à vapeur (TV)	RasDjinet	672	Gaz/ Diesel	Boumerdes
	Jijel	588	Gaz/ Diesel	Jijel
	Marsat	840	Gaz/ Diesel	Oran
	Ravin Blanc	133	Gaz/ diesel	Oran
	Skikda3833	262	Gaz/ Diesel	Skikda
	Hamma II	418	Gaz/ Diesel	Alger
	Berrouaghia	500	Gaz	Media
	Touifza	220	Gaz	Nâama
	Marsat El Hadjadj	200	Gaz	Oran
Total	/	3833	/	/
Cycles Combinés	HadjretEnnous	1227	Gaz	Tipaza
	SKS Skikda	880	Gaz	Skikda
	KoudietEddraouch	1200	Gaz	El Taref
	M'Sila	500	Gaz	M'Sila
	Targa	1200	Gaz	AinTimouchent
Total	/	5007	Gaz	/
Centrale Hydrauliques	Darguina	71.5	Eau	Bejaia
	IghilEmda	24	Eau	Kherrata
	Mansouria	100	Eau	Jijel
	Erraguene	16	Eau	Jijel
	Souk El Djemaa	8.085	Eau	TiziOuzou
	Tizi Meden	4.458	Eau	TiziOuzou
	Ighzernchebel	2.712	Eau	TiziOuzou
	Ghrib	7.000	Eau	AinDefla

	Gouriet	6.425	Eau	TiziOuzou
	Bouhanifia	5.700	Eau	Mascara
	OuedFodda	15.600	Eau	Chlef
	BeniBehdel	3.500	Eau	Tlemcen
	Tessala	4.228	Eau	Mila
Total	/	269.208	Eau	/

Source : Mémoire de fin d'étude

5.3. Évolution de la part du gaz que consomment les centrales électriques ³²

Les centrales électriques sont considérées comme les premiers consommateurs de gaz naturel au niveau national, où elles ont connu au cours des deux dernières décennies une augmentation significative en termes de volume de consommation. Le tableau suivant représente le pourcentage de la consommation de gaz naturel des centrales par rapport à la demande nationale ;

³² Bilan énergétique 2001-2020

Tableau III.7 : Évolution de la part du gaz que consomment les centrales électriques pendant les deux dernières décennies

Années	Quantité du gaz utilisée en Gm³	Le pourcentage de gaz consommé par les CE par rapport à la demande nationale
2001	7174.4	35%
2002	7625.65	36%
2003	8171.9	35%
2004	8645.95	38%
2005	8974.65	36%
2006	9562.7	38%
2007	9705.2	37%
2008	10513.65	38%
2009	12064	43%
2010	12066	44%
2011	13038	43%
2012	14109	42%
2013	14450	42%
2014	15753	42%
2015	17715	45%
2016	17452	43%
2017	17800	43%
2018	18987	42%
2019	19398	42%
2020	18000	41%

Source : Etablit par l'étudiant

➤ Commentaire sur le tableau ;

On note que la consommation de gaz naturel par les centrales électriques était estimée à 7 milliards de mètres cubes en 2001, à raison de 35% de la demande intérieure totale, alors qu'elle atteignait en 2020, soit après près de deux décennies, la consommation de gaz a atteint environ 18 milliards de mètres cubes, soit environ 41% de la demande nationale. Où la première décennie a vu une augmentation de la consommation estimée à 5 milliards de mètres cubes, tandis que la deuxième décennie a connu une augmentation énorme estimée à 6 milliards de mètres cubes.

6. Programmes d'Electrification et de gazéification ²⁸

Vecteurs de développement socio-économique, l'électricité et le gaz n'ont pas cessé de connaître une demande sans cesse croissante atteignant ces dernières années des taux d'évolution à deux chiffres.

Des programmes ambitieux et structurés ont été adoptés par le gouvernement et mis en œuvre dès les années 70 permettant d'atteindre en fin 2015, un taux d'électrification de 99,1 % en raccordant huit millions et demi (8,5) de foyers, et un taux de pénétration de gaz naturel de 55 %, en raccordant quatre millions et demi (4,5) de foyers.

Ces résultats ont été atteints à la faveur des programmes publics d'électrification et de distribution publique gaz qui traduisent l'engagement des Pouvoirs Publics pour le développement durable.

Programmes nationaux, régionaux ou spéciaux, ces programmes sont soutenus financièrement par l'État, à hauteur de 75% du coût global des projets et confiée aux filiales de SONEGAS en qualité de Maître d'Œuvre et de Maître d'ouvrages.

Ils sont constitués des composantes suivantes :

- Programmes antérieurs à 2010, pour le raccordement de près de 1 700 000 foyers en gaz et 260 000 foyers en électricité, pour un coût global de près de 400 milliards de DA, dont plus de 300 milliards de DA sont à la charge de l'Etat ;
- Programme quinquennal 2010-2014, pour le raccordement 1 000 000 foyers en gaz et 222 300 foyers pour un montant de 370 GDA dont 277,6 GDA représentant la part du soutien de l'Etat ;

- Programmes complémentaires et spécifiques pour un montant de 72,8 GDA dont 54,6 GDA représentant la part du soutien de l'Etat ;
- Projets structurants : réalisation de deux gazoduc Illizi-Djanet et In Salah Tamanrasset, pour un coût global de 30,6 GDA dont 27,54 GDA à la charge de L'Etat.

Un compte d'affectation spéciale n° 302-137 intitulé « Fonds national de soutien à l'investissement pour l'électrification et la distribution publique du gaz », a été mis en place pour la prise en charge financière des programmes d'électrification et de distribution publique de gaz.

Un comité intersectoriel est chargé de l'évaluation et du suivi des programmes éligibles à ce compte. Les programmes DP gaz, tout comme les programmes ER rencontrent un énorme écho auprès des populations. Ce qui induit une très forte demande d'extension, qui est enregistrée en permanence, imposant ainsi de fréquentes modifications de la consistance de ces programmes.

Les efforts de l'Etat en matière d'électrification et de distribution publiques du gaz ont permis d'augmenter le nombre d'utilisateurs des deux énergies et d'améliorer le niveau de vie des populations.

Ainsi, à fin 2015 nous avons enregistré les indicateurs socio-économiques suivants :

- Taux d'électrification --> à 99,1 %
- Taux de pénétration du Gaz --> à 55 %.

D'autre part, l'ampleur de ces programmes a favorisé la création de nombreuses entreprises de réalisation et bureaux d'études privés.

Conclusion

La consommation du gaz naturel en Algérie s'explique par les différents facteurs dominants pour cette consommation, tel que la forte consommation de l'électricité qui influe sur la consommation du gaz par les demandes des centrales électrique.

Vu l'évolution de plus en plus importante de la consommation de gaz naturel au niveau national, une stratégie d'utilisation rationnelle doit être mise en place. Pour cela, il est nécessaire de connaître la consommation prévisionnelle à moyen terme.

Chapitre IV

Prévision de la consommation du gaz naturel à l'horizon 2035

Introduction

La prédiction recouvre un ensemble de méthodes très diverses qui ont en commun de chercher à réduire l'incertitude liée à la non connaissance du futur. Pour l'entreprise, l'enjeu est important. Même si sa capacité d'action volontaire est forte, elle ne peut se soustraire à l'évolution de son environnement. La décision est difficile car elle risque d'être coûteuse si les prévisions sur lesquelles elle est fondée sont infirmées. On comprend donc que certaines firmes consacrent des efforts non négligeables à élaborer des prévisions. De ce fait, l'utilisation des séries temporelles dans le but de faire des prévisions plus exactes s'explique par l'importance de sa caractéristique qui la distingue des autres analyses statistiques, qui est la reconnaissance explicite de l'importance de l'ordre dans lequel les observations sont prises, puisque l'étude des séries temporelles ou séries chronologiques correspond à l'analyse statistique d'observations régulièrement espacées dans le temps. Le but donc d'utiliser ces séries temporelles, peut-être la prédiction du futur en se basant sur la connaissance du passé, comme peut être pour comprendre le mécanisme ou le processus qui génère la série.

Section 01 : Revue théorique sur les modelés économétriques de prévision

1. Définition et fondement de la prévision ³³

1.1. Définition

La prévision est une fonction qui permet d'estimer la demande future des biens et services offerts par l'entreprise, cette fonction est établit soit mathématiquement (données historiques), soit intuitivement (connaissance du marché), soit en combinant les deux méthodes.

L'entreprise peut attendre beaucoup de la prévision si elle est bien utilisée. Il faut, par ailleurs, éviter la vision passéiste qu'entraîne le sentiment de croire que la firme subira inévitablement ce qu'elle prévoit. Bien au contraire, la prévision est un outil d'aide à la décision : elle doit servir l'entreprise à agir sur son futur et non à le subir.

1.2. Fondement

La prévision est basée sur plusieurs fondements. D'une part, elle doit porter sur la demande indépendante, soit celle qui se rapporte aux produits finis et aux pièces de rechange, et non sur la demande dépendante, qui concerne les composants, les matières premières et les pièces, dont les qualités requises pour l'avenir seront calculées lors de la planification des besoins matières.

D'autre part, il est préférable de faire des prévisions pour les familles de produits plutôt que pour des produits individuelles ; les prévisions offrent alors un meilleur degré de précision à cause des phénomènes compensatoires de demande pour des produits semblables.

1.3. Utilité et conséquences de la prévision

L'utilité et les conséquences de la prévision sont présentées comme suit :

1.3.1. Utilité

Les prévisions sont importantes pour toutes les fonctions de l'entreprise. La Finance utilise les prévisions à long terme pour estimer les besoins futurs en capital. Les Ressources humaines évaluent les besoins de main-d'œuvre. Le Marketing développe des prévisions de ventes

³³ Farouk Hémici, Mira Bounab- Techniques de gestion- Cours et applications-2016

utilisées pour la planification à moyen et long terme. La Production développe et utilise les prévisions pour prendre des décisions telles qu'établir les horaires de la main-d'œuvre, déterminer les besoins en stocks et planifier les besoins en capacité à long terme.

Parmi toutes les prévisions qu'une organisation peut faire, l'estimation de la demande future est une donnée clé, car c'est l'une des plus utiles pour les entreprises. En effet bien prévoir la demande client permet par exemple d'établir quelle capacité de production est requise afin d'ajuster l'offre à la demande, de déterminer les meilleures stratégies de production, de planifier l'utilisation des équipements et les besoins en équipements, de planifier la main d'œuvre requise, d'orienter la politique et les stratégies de gestion de stock.

1.3.2. Conséquences

Pour de nombreuses sociétés, la prédiction est une des parties principales de toutes les activités de distribution et de production.

Une excellente prédiction permet d'augmenter la qualité du planning de la demande et par conséquent réduit l'incertitude externe. Le stock de sécurité et d'autres mécanismes de sécurité agissant comme tampon face à cette incertitude peuvent être réduits ou les niveaux du service à la clientèle relevés si la précision des prévisions augmente.

Alors que des prévisions imprécises empêchent de disposer du bon produit à temps et au bon endroit.

1.4. Horizon des prévisions de la demande ³³

A une influence sur plusieurs aspects de gestion de l'entreprise, aussi bien au niveau des opérations journalières que des décisions stratégiques.

Court Terme : Généralement mesuré en jours ou en semaines. Peut aller jusqu'à un an. À court terme, au niveau opérationnel, la demande peut amener à déterminer le nombre d'heures de travail et l'utilisation de temps supplémentaire ou de temps partiel. La demande courante influence également les fonctions d'approvisionnement, d'expédition et de réception.

Moyen Terme : Généralement mesuré en semaines ou en mois. Peut aller jusqu'à deux ans. À moyen terme, la demande a un impact sur les stocks de sécurité et sur les contrats avec les clients et les fournisseurs. À ce niveau, les prévisions permettent une planification agrégée de la production.

Long Terme : Peut aller jusqu'à cinq ans ou plus. À long terme, les prévisions de la demande permettent de prendre des décisions stratégiques concernant :

- La localisation et la mission des unités d'affaires
- La planification du capital
- La structure du réseau de création de valeur
- Les stratégies de pilotage des réseaux de production et de distribution

1.5. Les méthodes qualitatives

Les méthodes qualitatives utilisent des données subjectives qui dépendent du jugement, de l'expérience et de l'expertise de ceux qui formulent les prévisions (vendeurs, consommateurs, cadres ou experts). Il existe différentes méthodes qualitatives les plus connues sont les enquêtes consommateurs, les panels d'experts, la méthode Delphi et les analogies historiques. Ces méthodes sont utiles lorsqu'il existe très peu de données (introduction d'un nouveau produit ou pénétration d'un nouveau marché, entreprise en démarrage), mais elles sont en général peu précises, fournissent des prévisions biaisées ou arbitraires, sont longues à réaliser et souvent d'un coût élevés (ex. consultation d'experts). Ces méthodes se représentent comme suit :

1.5.1. La méthode de sondage d'opinion

Enquêtes auprès des vendeurs, distributeurs des produits.

1.5.2. La méthode de comparaison (ou analogie historique)

Prévision par comparaison avec des produits similaires vendus dans le passé.

1.5.3. La méthode de Delphes (ou méthode Delphi)

L'approche Delphi est une approche qui regroupe les estimations des prévisions de plusieurs experts. On fait ensuite une moyenne du groupe d'expert pour trouver l'estimation.

1.5.4. Les études de marché

L'étude de marché prend en compte les différents facteurs externes à l'entreprise capable d'influencer nos ventes dans la future pour déterminer les prochaines prévisions.

1.6. Les méthodes quantitatives

Les méthodes quantitatives sont basées sur des données historiques ou sur des associations entre des variables de l'environnement (ventes mensuelles réalisées au cours des dernières années, indices boursiers et économiques, achats de produits complémentaires, etc.).

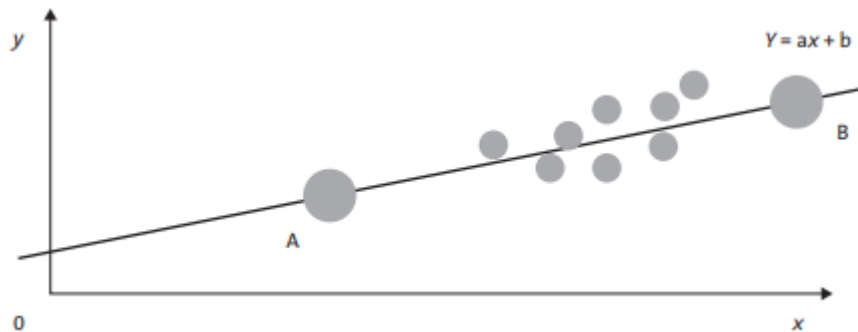
Il existe différentes méthodes quantitatives, comme celles des séries chronologiques (moyenne simple, mobile, pondérée, analyse de tendance, lissage exponentiel) qui prévoient en fonction de données historiques (suite d'observations dans le temps prises à intervalles réguliers) ; ou celles des méthodes causales (prévisions associatives) qui établit des relations de cause à effet entre certaines variables de l'environnement et la variable que l'on cherche à estimer.

1.6.1. Les méthode d'ajustement

1.6.1.1. L'ajustement par les points extrême

La méthode des points extrêmes est une méthode d'ajustement linéaire d'équation $y = ax + b$ déterminée à partir des coordonnées des deux points extrêmes d'une série d'observations sur la période analysée.

Graphiquement



Graphe IV.12 : méthode d'ajustement linéaire

Soit A et B, les points situés aux extrémités du nuage de points et la droite d'ajustement déterminée à partir de l'équation de la forme $y(t) = ax(t) + b$.

Celle-ci doit passer par ces deux points. Soient les deux points extrêmes de coordonnées : A (X_A, Y_A) ; B (X_B, Y_B) . Il convient de procéder selon les étapes suivantes ;

1. formuler le système des deux équations à partir des deux points extrêmes de coordonnées A (X_A, Y_A) et B (X_B, Y_B) : (1) $Y_A = a X_A + b$ (2) $Y_B = a X_B + b$ et résoudre le système de deux équations Y_A et Y_B ;
2. formuler l'équation de la droite d'ajustement ;
3. utiliser cette équation de tendance pour effectuer les prévisions pour les périodes futures

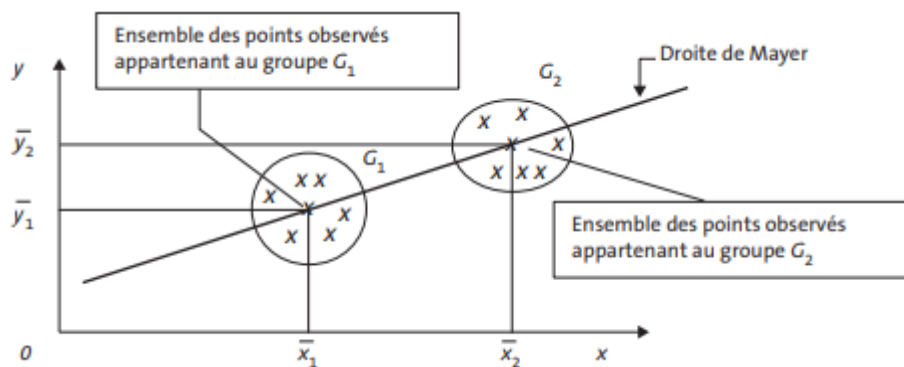
1.6.1.2. L'ajustement par la méthode des points moyens

La méthode des points moyens, appelée aussi méthode Mayer, retient les coordonnées des points moyens de la série d'observations.

Pour mettre en œuvre cette méthode, il convient de procéder selon les étapes suivantes :

- diviser la série d'observation en deux groupes G_1, G_2 d'égale importance ;
- déterminer les coordonnées du point moyen de chaque groupe $G_1 (\bar{x}_1, \bar{y}_1)$ et $G_2 (\bar{x}_2, \bar{y}_2)$ et formuler le système d'équations $\bar{y}_1 = a \bar{x}_1 + b$ et $\bar{y}_2 = a \bar{x}_2 + b$;
- résoudre le système d'équations pour déterminer la valeur de a et b ;
- utiliser cette droite de tendance pour la prévision des ventes des périodes à venir.

On relie les deux points ainsi calculés pour obtenir la droite d'ajustement.



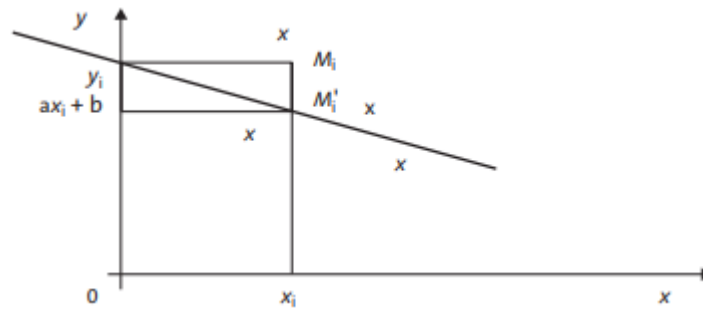
Graphique IV.13 : L'ajustement par la méthode des points moyens

1.6.1.3. La méthode des moindres carrés

A pour objectif d'ajuster les données statistiques par une droite de la forme $y = ax + b$.

Graphiquement, la droite d'ajustement des moindres carrés cherche à minimiser la somme des carrés des distances entre la valeur observée et la valeur ajustée :

$$\sum (y_i - ax_i - bi)^2, \text{ c'est-à-dire } \sum (M_i M'_i)^2.$$



Graph IV.14 : La méthode des moindres carrés

Il s'agit de déterminer les paramètres a et b de la droite d'ajustement qui est de la forme $y = ax + b$. Le coefficient directeur de la droite des moindres carrés a est obtenu ainsi :

➤ **Première formule :**

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 - n \bar{x}^2}$$

Connaissant la valeur du coefficient directeur a et sachant que la droite d'ajustement passe par les points moyens \bar{x} et \bar{y} , on détermine la valeur du paramètre b tel que $b = \bar{y} - a\bar{x}$.

1.6.2. Les méthodes de lissage

Ces méthodes sont utilisées tout particulièrement quand la PME (petite et moyenne entreprise) est sensible aux variations saisonnières.

On identifie le phénomène de variation des ventes par les coefficients saisonniers, et on détermine une tendance générale (trend) grâce à des moyennes mobiles et totales mobiles.

1.6.2.1 Les coefficients saisonniers

Les coefficients saisonniers permettent de tenir compte des variations saisonnières dans la prévision.

On peut calculer les coefficients saisonniers à partir de données mensuelles, trimestrielles ou semestrielles.

1.6.2.2. Les moyennes

Cette méthode consiste à calculer de façon successive la moyenne des valeurs observées. L'ensemble des points moyens obtenus permet de tracer une droite de tendance et une prévision à court terme.

On admet que les facteurs qui ont déterminé la demande passé continuent à agir sur la demande future.

- **Méthode 1 : moyenne mobile simple.**

Principe : consiste à prendre la moyenne arithmétique des n dernière données pour établir la prévision. A chaque nouvelle période, la donnée la plus ancienne est remplacée par la plus récente (mobile).

On se contente de $n = 3$ et 6 .

- **Méthode 2 : moyenne mobile pondérée.**

Principe : traduire le fait que les données des n valeurs passées retenues ne rentrent pas dans la prévision avec la même importance leur accorder un poids différents en leur appliquant un coefficient.

La somme des n coefficients doit égale à 1

Etude de la corrélation et régression :

Afin d'apprécier la qualité d'un ajustement affine, on fait appel à un nouveau paramètre : il s'agit du coefficient de corrélation linéaire r . Ce coefficient r permet de mesurer le degré d'intensité liant le couple de variables x et y . Il existe différents cas de linéarité :

- **Cas 1 : corrélation linéaire**



Graphique IV. 15 : Ajustement linéaire de la forme $y = ax + b$ avec $a > 0$

r est proche de 1 : forte corrélation positive.

On ne constate que la forme du nuage fait apparaître une relation linéaire entre les variables x et y , ce qui confirme la corrélation.

- **Cas 2 : absence de corrélation**



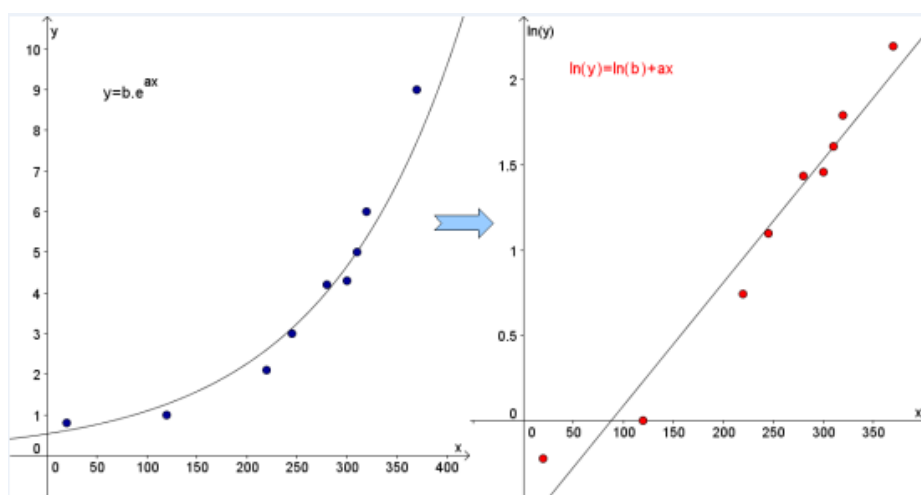
Graphe IV.16 : Ajustement linéaire de la forme $y = ax + b$ avec $a < 0$ et $b > 0$

Les points sont très dispersés, donc les variables x et y ne sont pas liées, il n'y a pas de corrélation linéaire.

- **Cas 3 : corrélation non linéaire**³⁴

- ❖ **Modèle exponentiel**

Lorsque le modèle n'est a priori pas une droite, on pourra néanmoins tenter de réaliser une régression linéaire en effectuant un changement de variable (lorsque cela est bien sûr possible).

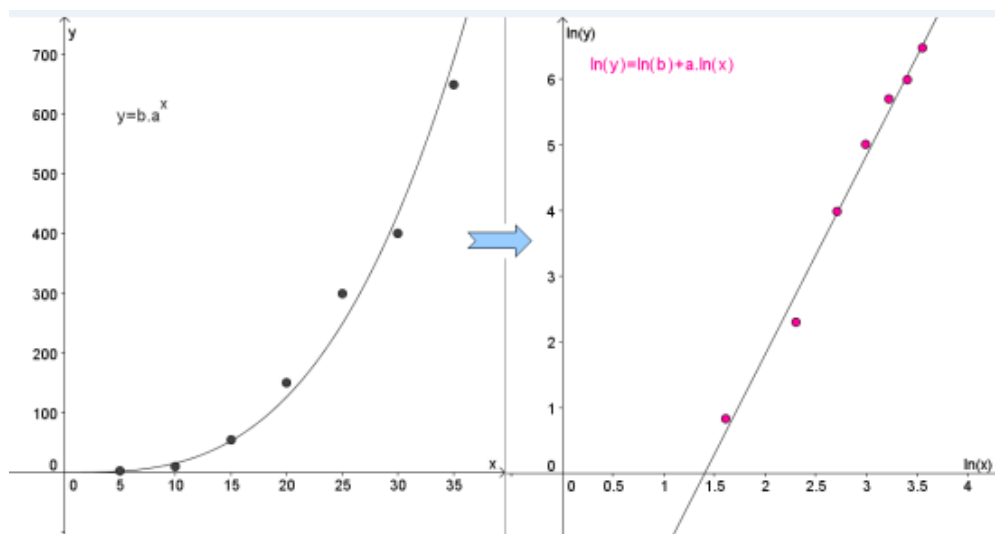


Graphe IV.17 : Linéarisation d'un modèle exponentiel

³⁴ http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2010_Limoges_Vignoles_StatsDescriptives/co/00-1%20Module_stat-descriptives-2009.html

On effectue le changement de variable suivant : $y \rightarrow \ln(y)$

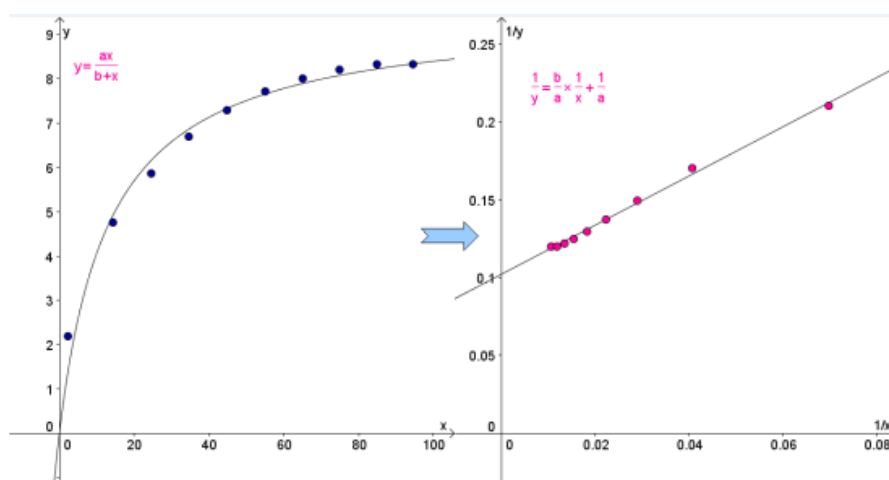
❖ **Modèle puissance**



Graphe IV.18 : Linéarisation d'un modèle puissance

On effectue les changements de variables suivants : $y \rightarrow \ln(y)$ et $x \rightarrow \ln(x)$

❖ **Modèle en logarithme**



Graphe IV.19 : Linéarisation d'un modèle logarithme

On effectue les changements de variables suivants : $x \rightarrow \ln(x)$

1.6.2.3. Mode de calcul du coefficient de corrélation

➤ **coefficient de corrélation cas linéaire :**

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma(X)\sigma(Y)}$$

- propriétés :
 - $-1 \leq r \leq 1$
 - Si X et Y sont indépendants, alors $r = 0$ (la réciproque est fausse)
 - Le nuage de points (x_i, y_i) est une droite si et seulement si :
 - $r = 1$ (droite à pente positive)
 - $r = -1$ (droite à pente négative)
 - Si $|r|$ voisin de 1 :

Il existe une forte corrélation linéaire entre X et Y

(Cela ne signifie pas qu'il existe une relation de cause à effet entre X et Y)

➤ **coefficient de corrélation cas non linéaire :**

➤ **exponentiel**

$$r = \frac{\text{cov}(x, \ln y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

➤ **Puissance**

$$r = \frac{\text{cov}(\ln x, \ln y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

➤ **Logarithme**

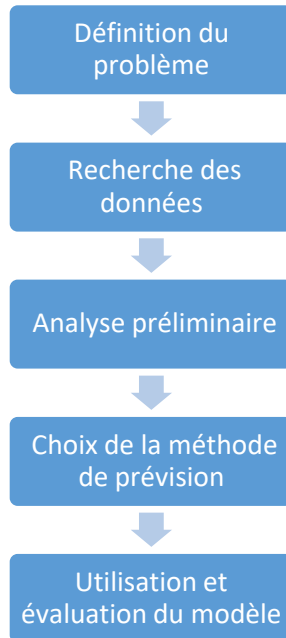
$$r = \frac{\text{cov}(\ln x, y)}{\sigma(x)\sigma(y)}$$

➤ **Interprétation**

- Si $|r|$ est supérieure à 0.8, on peut considérer que la corrélation est bonne, c'est-à-dire qu'il existe un lien de causalité entre les deux variables. Plus r tend vers 1, meilleure est la corrélation et plus lien entre deux phénomènes est fort
- Si $0.5 < |r| < 0.8$, la corrélation est moyenne
- Si $|r| < 0.5$ la corrélation est mauvaise, il n'y a pas de relation entre les deux variables étudiées, et plus r tend vers 0 moins il y a de lien de causalité.

2. Étapes du processus de prédiction ³⁵

Un processus continu On peut identifier cinq étapes de base dans tout processus de prédiction comportant des données quantitatives.



Source : Etablit par l'étudiant

Figure IV.18 : Schéma des Étapes du processus de prédiction

2.1. Définition du problème

Cette étape consiste à développer une bonne compréhension de comment les prévisions seront utilisées, qui a besoin des prévisions et comment cette fonction cadre dans l'organisation. Il est habituellement utile de prendre le temps de discuter avec les personnes qui seront impliquées dans la collecte des données, le maintien des bases de données et l'utilisation des prévisions pour les planifications. La personne responsable des prévisions a beaucoup de travail à faire pour bien définir le problème avant que toute prédiction soit faite.

Voici quelques exemples :

- Quels produits sont entreposés ?
- Qui utilise ces produits ?

³⁵ Philippe Marier, ing. MBA- PRÉVISION DE LA DEMANDE-

- Combien faut-il de temps pour produire chaque item ?
- Quel niveau de demande insatisfaite la compagnie est-elle capable de soutenir ?

2.2. Recherche des données

Il y a toujours au moins deux types d'information disponibles : les données statistiques et le jugement des experts et du personnel clé. Ces deux types d'information doivent être amassés. Il est nécessaire de récolter les données historiques des items d'intérêt. Les données historiques seront utilisées pour construire un modèle qui servira à faire les prévisions. Par exemple, dans le cas de l'inventaire de produits de papeteries, les données recueillies peuvent être constituées de la demande mensuelle et de la production de chaque item d'intérêt sur les trois dernières années. D'autres informations, telles que les dates et la durée de tout arrêt de production causé par un bris de matériel ou un conflit syndical, peuvent être nécessaires.

2.3. Analyse préliminaire

La première étape consiste à construire un graphique à partir des données de manière à en avoir un aperçu visuel. Des statistiques descriptives simples peuvent ensuite être calculées (moyennes, écart-types, minimum, maximum, percentiles, etc.).

2.4. Choix de la méthode de prévision

Cette étape concerne le choix et l'ajustement des modèles de prévision potentiels qui ont été déterminés à l'étape d'analyse préliminaire. Dans ce module, plusieurs modèles quantitatifs seront présentés. Chacun est basé sur des hypothèses et nécessite habituellement l'ajustement de paramètres à l'aide des données historiques. Pour les prévisions à long terme, une approche moins quantitative est souvent meilleure et il est judicieux de recourir d'avantage à des méthodes utilisant le jugement humain.

2.5. Utilisation et évaluation du modèle

Une fois que le modèle a été sélectionné et que ses paramètres ont été définis, il est possible de l'utiliser pour faire des prévisions. De plus, les personnes qui emploient ces prévisions vont pouvoir évaluer le pour et le contre du modèle choisi en cours d'utilisation. Le travail de la personne en charge des prévisions ne se termine pas lorsqu'un modèle pour lequel les données historiques s'ajustent bien a été choisi. La performance d'un modèle ne peut être correctement évaluée que lorsque les données pour la période de prévision deviennent disponibles. Il est alors

possible d'évaluer les erreurs de prévision et de s'assurer que le modèle et les paramètres choisis conviennent toujours à la situation courante. Dans ce module, nous verrons comment l'exactitude des prévisions est mesurée et comment il est possible de s'assurer que les modèles utilisés conviennent toujours.

Section 02 : Application du modèle de régression

Hypothèses :

Nous allons commencer par l'application du modèle de prévision de la consommation pour estimer l'évolution de la demande à l'horizon 2035, puis on va appliquer le modèle de prévision pour la production dans le but d'être conscient des conséquences et essayer de leur trouver des solutions

1. Modèle de prévision pour la demande

La méthode de prévision qu'on va choisir est le modèle d'ajustement (régression), nous avons collecté les valeurs de la demande depuis l'année 2001 jusqu'à l'année 2021, nous allons estimer les paramètres nécessaires pour notre modèle puis on va calculer les coefficients de corrélation de chaque type de modèle de régression pour obtenir les prévisions les plus fiables à l'horizon 2035.

1.1. Evolution de la demande nationale du gaz naturel en Algérie

Le tableau suivant présente le volume de la demande nationale du gaz naturel depuis l'année 2001 à 2021 ;

Tableau IV.8 : Evolution de la demande nationale du gaz naturel en Algérie

Années	Demande nationale
2001	20301
2002	21015
2003	23126
2004	22559
2005	25001
2006	25239
2007	26165
2008	26429
2009	28000
2010	27601
2011	30068
2012	33467
2013	34120
2014	37300
2015	39324
2016	40215
2017	41800
2018	45140
2019	46546
2020	44000
2021	46200

1.2. Coefficient de corrélation

$$r = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)*Var(y)}} = \frac{(\sum(x-\bar{x})*\sum(y-\bar{y}))/21}{\sqrt{(\sum x/21)*(\sum y/21)}}$$

x : les années depuis la première année de notre étude 2001 jusqu'à 2021

y : la demande nationale en fonction d'année x

r : le coefficient de corrélation

1.3. Estimation des paramètres par le coefficient de corrélation

1.3.1. Cas de régression linéaire

Le tableau suivant contient toutes les variances entre la consommation nationale du gaz naturel de chaque année ;

Tableau IV.9 : Tableau des variances entre x (les années) et y (la consommation nationale)

Annee	x	y	x-xbarr	y-ybarr	(x-xbarr)^2	(y-ybarr)^2	(x-xbarr)*(y-ybarr)
2001	1	20301	-10	-12252,14	100	150115004,6	122521,4286
2002	2	21015	-9	-11538,14	81	133128740,6	103843,2857
2003	3	23126	-8	-9427,143	64	88871022,45	75417,14286
2004	4	22559	-7	-9994,143	49	99882891,45	69959
2005	5	25001	-6	-7552,143	36	57034861,73	45312,85714
2006	6	25239	-5	-7314,143	25	53496685,73	36570,71429
2007	7	26165	-4	-6388,143	16	40808369,16	25552,57143
2008	8	26429	-3	-6124,143	9	37505125,73	18372,42857
2009	9	28000	-2	-4553,143	4	20731109,88	9106,285714
2010	10	27601	-1	-4952,143	1	24523718,88	4952,142857
2011	11	30068	0	-2485,143	0	6175935,02	0
2012	12	33467	1	913,8571	1	835134,8776	913,8571429
2013	13	34120	2	1566,857	4	2455041,306	3133,714286
2014	14	37300	3	4746,857	9	22532652,73	14240,57143
2015	15	39324	4	6770,857	16	45844506,45	27083,42857
2016	16	40215	5	7661,857	25	58704054,88	38309,28571
2017	17	41800	6	9246,857	36	85504367,02	55481,14286
2018	18	45140	7	12586,86	49	158428972,7	88108
2019	19	46546	8	13992,86	64	195800051	111942,8571
2020	20	44000	9	11446,86	81	131030538,4	103021,7143
2021	21	46200	10	13646,86	100	186236709,9	136468,5714
total	231	683616	0	1,82E-11	770	1599645495	1090311
moyen	11	32553,143			36,6666667	76173594,98	51919,57143

$r_1 = 0.98$

1.3.2. Cas de régression non linéaire

1.3.2.1. Régression Logarithmique :

$$r = \frac{Cov(\ln x, y)}{\sqrt{Var(\ln x) * Var(y)}} = \frac{(\sum(\ln x - \overline{\ln x}) * \sum(y - \bar{y})) / 21}{\sqrt{(\sum \ln x / 21) * (\sum y / 21)}}$$

Tableau IV. 10 : Calcule des variances entre ln(x) et y

Annee	lnx	y	lnx-lnxbarr	y-ybarr	(lnx-lnxbarr)^2	(y-ybarr)^2	(lnx-lnxbarr)*(y-ybarr)	
2001		0	20301	-2,160958995	-12252,1429	4,669743779	150115005	26476,37832
2002	0,69314718		21015	-1,467811815	-11538,1429	2,154471523	133128741	16935,8224
2003	1,09861229		23126	-1,062346706	-9427,14286	1,128580525	88871022,4	10014,89417
2004	1,38629436		22559	-0,774664634	-9994,14286	0,600105295	99882891,4	7742,109019
2005	1,60943791		25001	-0,551521083	-7552,14286	0,304175505	57034861,7	4165,166006
2006	1,79175947		25239	-0,369199526	-7314,14286	0,13630829	53496685,7	2700,378075
2007	1,94591015		26165	-0,215048846	-6388,14286	0,046246006	40808369,2	1373,76275
2008	2,07944154		26429	-0,081517453	-6124,14286	0,006645095	37505125,7	499,2245305
2009	2,19722458		28000	0,036265582	-4553,14286	0,001315192	20731109,9	-165,1223764
2010	2,30258509		27601	0,141626098	-4952,14286	0,020057952	24523718,9	-701,3526687
2011	2,39789527		30068	0,236936278	-2485,14286	0,0561388	6175935,02	-588,820498
2012	2,48490665		33467	0,323947655	913,857143	0,104942083	835134,878	296,0418781
2013	2,56494936		34120	0,403990362	1566,85714	0,163208213	2455041,31	632,9951848
2014	2,63905733		37300	0,478098334	4746,85714	0,228578017	22532652,7	2269,464494
2015	2,7080502		39324	0,547091206	6770,85714	0,299308788	45844506,4	3704,2764
2016	2,77258872		40215	0,611629727	7661,85714	0,374090923	58704054,9	4686,219593
2017	2,83321334		41800	0,672254349	9246,85714	0,45192591	85504367	6216,239928
2018	2,89037176		45140	0,729412763	12586,8571	0,532042978	158428973	9181,014243
2019	2,94443898		46546	0,783479984	13992,8571	0,613840885	195800051	10963,12349
2020	2,99573227		44000	0,834773278	11446,8571	0,696846426	131030538	9555,530464
2021	3,04452244		46200	0,883563443	13646,8571	0,780684357	186236710	12057,86408
total	45,3801389		683616	0	1,819E-11	13,36925654	1599645495	128015,2095
moyen	2,160959		32553,1429			0,636631264	76173595	6095,962356

$r_2 = 0.88$

1.3.2.2. Régressions de puissance

$$r = \frac{Cov(\ln x, \ln y)}{\sqrt{Var(\ln x) * Var(\ln y)}} = \frac{(\sum(\ln x - \bar{\ln x}) * \sum(\ln y - \bar{\ln y})) / 21}{\sqrt{(\sum \ln x / 21) * (\sum \ln y / 21)}}$$

Tableau IV.11 : Calcul des variances entre ln(x) et ln(y)

Annee	lnx	lny	lnx-lnxbarr	lny-lnybarr	(lnx-lnxbarr)	(lny-lnybarr)	(lnx-lnxbar)*(lny-lnybarr)
2001	0	9,91842542	-2,160959	-0,43592484	4,66974378	0,19003046	0,942015697
2002	0,69314718	9,95299175	-1,46781181	-0,40135851	2,15447152	0,16108866	0,589118769
2003	1,09861229	10,0487128	-1,06234671	-0,30563746	1,12858052	0,09341425	0,324692946
2004	1,38629436	10,0238894	-0,77466463	-0,33046088	0,6001053	0,1092044	0,255996359
2005	1,60943791	10,1266711	-0,55152108	-0,22767916	0,3041755	0,0518378	0,125569856
2006	1,79175947	10,1361457	-0,36919953	-0,21820457	0,13630829	0,04761323	0,080561022
2007	1,94591015	10,1721779	-0,21504885	-0,18217234	0,04624601	0,03318676	0,039175952
2008	2,07944154	10,1822172	-0,08151745	-0,17213309	0,0066451	0,0296298	0,014031851
2009	2,19722458	10,2399598	0,03626558	-0,11439047	0,00131519	0,01308518	-0,004148437
2010	2,30258509	10,2256073	0,1416261	-0,12874298	0,02005795	0,01657475	-0,018233366
2011	2,39789527	10,3112168	0,23693628	-0,0431335	0,0561388	0,0018605	-0,010219891
2012	2,48490665	10,4183152	0,32394765	0,0639649	0,10494208	0,00409151	0,020721278
2013	2,56494936	10,437639	0,40399036	0,08328874	0,16320821	0,00693701	0,033647848
2014	2,63905733	10,5267486	0,47809833	0,17239834	0,22857802	0,02972119	0,082423361
2015	2,7080502	10,5795903	0,54709121	0,22524004	0,29930879	0,05073307	0,123226843
2016	2,77258872	10,6019953	0,61162973	0,24764508	0,37409092	0,06132808	0,151467091
2017	2,83321334	10,6406516	0,67225435	0,28630136	0,45192591	0,08196847	0,192467332
2018	2,89037176	10,7175241	0,72941276	0,36317379	0,53204298	0,1318952	0,264903597
2019	2,94443898	10,7481963	0,78347998	0,39384609	0,61384089	0,15511474	0,308570527
2020	2,99573227	10,6919449	0,83477328	0,33759465	0,69684643	0,11397015	0,281814994
2021	3,04452244	10,7407351	0,88356344	0,38638482	0,78068436	0,14929323	0,341395498
total	45,3801389	217,441355			13,3692565	1,53257845	4,139199128
moyen	2,160959	10,3543503			0,63663126	0,07297993	0,19710472

$r_3 = 0.91$

1.3.2.3. Régression exponentielle

$$r = \frac{Cov(x, \ln y)}{\sqrt{Var(x) * Var(\ln y)}} = \frac{(\sum(x - \bar{x}) * \sum(\ln y - \overline{\ln y})) / 21}{\sqrt{(\sum x / 21) * (\sum \ln y / 21)}}$$

Tableau IV.12 : Calcule des variances entre x et ln(y)

Annee	x	lny	x-xbarr	lny-lnybarr	(x-xbarr)^2	(lny-lnybarr)^2	(x-xbarr)*(lny-lnybarr)
2001	1	9,91842542	-10	-0,43592484	100	0,190030463	4,359248366
2002	2	9,95299175	-9	-0,40135851	81	0,161088657	3,612226626
2003	3	10,0487128	-8	-0,30563746	64	0,093414255	2,445099654
2004	4	10,0238894	-7	-0,33046088	49	0,109204395	2,313226181
2005	5	10,1266711	-6	-0,22767916	36	0,051837799	1,36607495
2006	6	10,1361457	-5	-0,21820457	25	0,047613232	1,091022826
2007	7	10,1721779	-4	-0,18217234	16	0,033186762	0,728689371
2008	8	10,1822172	-3	-0,17213309	9	0,029629801	0,516399271
2009	9	10,2399598	-2	-0,11439047	4	0,01308518	0,228780945
2010	10	10,2256073	-1	-0,12874298	1	0,016574755	0,128742979
2011	11	10,3112168	0	-0,0431335	0	0,001860499	0
2012	12	10,4183152	1	0,0639649	1	0,004091508	0,063964896
2013	13	10,437639	2	0,08328874	4	0,006937014	0,16657748
2014	14	10,5267486	3	0,17239834	9	0,029721189	0,517195033
2015	15	10,5795903	4	0,22524004	16	0,050733074	0,900960148
2016	16	10,6019953	5	0,24764508	25	0,061328085	1,238225389
2017	17	10,6406516	6	0,28630136	36	0,081968467	1,717808142
2018	18	10,7175241	7	0,36317379	49	0,131895201	2,542216522
2019	19	10,7481963	8	0,39384609	64	0,155114741	3,150768708
2020	20	10,6919449	9	0,33759465	81	0,113970149	3,038351863
2021	21	10,7407351	10	0,38638482	100	0,149293226	3,863848156
total	231	217,441355			770	1,532578452	33,98942751
moyen	11	10,3543503			36,6666667	0,072979926	1,618544167

$r_4 = 0.99$

➤ **Choix du modèle**

Tableau IV.13 : Les coefficients de corrélation pour la consommation nationale

Modèles de régression	Coefficients de corrélation (r)
Linéaire	0.98
Logarithmique	0.88
puissance	0.91
exponentiel	0.99

On note que les coefficients de corrélation sont supérieurs à 0.8, pour cela on peut considérer que la corrélation est bonne avec les quatre méthodes mais on essaye toujours de choisir la méthode qui a un pourcentage plus élevé ; on remarque que $r_4 > r_1 > r_3 > r_2$ Donc on peut conclure que le modèle de régression exponentielle sera la méthode la plus fiable.

1.4. Application du modèle exponentielle

$$y = b e^{ax}$$

$$\ln y = \ln (b e^{ax}) = ax + \ln b$$

$$Y = ax + B \quad \text{tel que ; } Y = \ln y \text{ et } B = \ln b$$

➤ **Calculer a ;**

$$a = \frac{\text{Cov}(x,Y)}{\text{var}(x)}$$

$$a = 0,044$$

➤ **Calculer b ;**

$$\ln b = \bar{Y} - a\bar{x} = 9.87$$

$$b = e^{9.87} = 19341.33$$

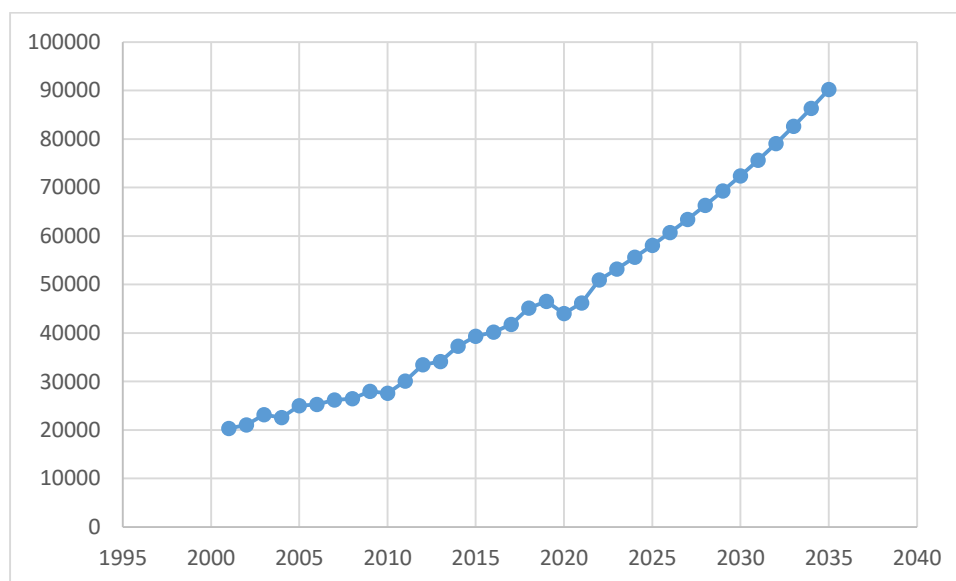
$$y = 19341.33 e^{0.044x}$$

Donc on construit le tableau de prévisions :

Tableau IV.14 : Prévisions de la demande nationale du gaz

Année	x	Prévisions
2022	22	50919,4136
2023	23	53209,8887
2024	24	55603,3948
2025	25	58104,5664
2026	26	60718,2467
2027	27	63449,4964
2028	28	66303,6042
2029	29	69286,0964
2030	30	72402,7482
2031	31	75659,5943
2032	32	79062,941
2033	33	82619,3783
2034	34	86335,7925
2035	35	90219,3797

Source : Etablit par l'étudiant



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe IV.20 : Présentation graphique de la prévision de consommation nationale du gaz naturel à l'horizon 2035

➤ **Interprétation des résultats**

Les prévisions indiquent une augmentation très forte de la demande nationale du gaz naturel à l'horizon 2035, soit plus de 90 Milliards de mètres cubes pour l'année 2035. Une évolution très importante de 95 % par rapport à 2021. Cette hausse pose un problème majeur, car une augmentation de la consommation nécessite une diminution des exportations. Par conséquent, cette augmentation devrait interpeller les responsables à mettre en œuvre les moyens nécessaires pour pouvoir répondre à cette demande ou tenter de la réduire à l'avenir, et éviter d'être un pays importateur.

2. Modèle de prévision pour la production

Toujours la méthode de prévision qu'on va choisir est le modèle d'ajustement (régression), nous avons collecté les valeurs de la production depuis l'année 2001 jusqu'à l'année 2021, nous allons estimer les paramètres nécessaires pour notre modèle puis on va calculer les coefficients de corrélation de chaque type de modèle de régression pour obtenir les prévisions de la production les plus fiables à l'horizon 2035.

2.1. Evolution de la production du GN

Le tableau suivant présente le volume de la production du gaz naturel depuis l'année 2001 à 2021 ;

Tableau IV.15 : Evolution de la production du GN

Année	Production
2001	78266
2002	80501
2003	82109
2004	83319
2005	84000
2006	86055
2007	87584
2008	87316
2009	84431
2010	85464
2011	86100
2012	86056
2013	82430
2014	83296
2015	84583
2016	90504
2017	92599
2018	93467
2019	91349
2020	89000
2021	97000

Source : Etablit par l'étudiant

2.2. Coefficient de corrélation

$$r' = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)*Var(y)}} = \frac{(\sum(x-\bar{x})*\sum(y-\bar{y}))/21}{\sqrt{(\sum x/21)*(\sum y/21)}}$$

x : les années depuis la première année de notre étude 2001 jusqu'à 2021

y : la production nationale du gaz naturel en fonction d'année x

r' : le coefficient de corrélation

2.3. Estimation des paramètres par le coefficient de corrélation

2.3.1. Cas de régression linéaire

Tableau IV.16 : Calcule des variances entre x (les années) et y (la production du gaz naturel en Algérie)

Annee	x	y	x-xbarr	y-ybarr	(x-xbarr)^2	(y-ybarr)^2	(x-xbarr)*(y-ybarr)
2001	1	78266	-10	-8183	100	66961489	81830
2002	2	80501	-9	-5948	81	35378704	53532
2003	3	82109	-8	-4340	64	18835600	34720
2004	4	83319	-7	-3130	49	9796900	21910
2005	5	84000	-6	-2449	36	5997601	14694
2006	6	86055	-5	-394	25	155236	1970
2007	7	87584	-4	1135	16	1288225	-4540
2008	8	87316	-3	867	9	751689	-2601
2009	9	84431	-2	-2018	4	4072324	4036
2010	10	85464	-1	-985	1	970225	985
2011	11	86100	0	-349	0	121801	0
2012	12	86056	1	-393	1	154449	-393
2013	13	82430	2	-4019	4	16152361	-8038
2014	14	83296	3	-3153	9	9941409	-9459
2015	15	84583	4	-1866	16	3481956	-7464
2016	16	90504	5	4055	25	16443025	20275
2017	17	92599	6	6150	36	37822500	36900
2018	18	93467	7	7018	49	49252324	49126
2019	19	91349	8	4900	64	24010000	39200
2020	20	89000	9	2551	81	6507601	22959
2021	21	97000	10	10551	100	111323601	105510
total	231	1815429	0	0	770	419419020	455152
moyen	11	86449			36,6666667	19972334,3	21673,90476

$r_1' = 80,1\%$

2.3.2. Cas de régression non linéaire

2.3.2.1. Régression Logarithmique

$$r' = \frac{Cov(\ln x, y)}{\sqrt{Var(\ln x) * Var(y)}} = \frac{(\sum(\ln x - \overline{\ln x}) * \sum(y - \bar{y})) / 21}{\sqrt{(\sum \ln x / 21) * (\sum y / 21)}}$$

Tableau IV.17 : Calcule des variances entre ln(x) et y

Annee	lnx	y	lnx-lnxbarr	y-ybarr	(lnx-lnxbarr)^2	(y-ybarr)^2	(lnx-lnxbarr)*(y-ybarr)	
2001		0	78266	-2,160958995	-8183	4,669743779	66961489	17683,12746
2002	0,69314718	80501	-1,467811815	-5948	2,154471523	35378704	8730,544673	
2003	1,09861229	82109	-1,062346706	-4340	1,128580525	18835600	4610,584706	
2004	1,38629436	83319	-0,774664634	-3130	0,600105295	9796900	2424,700305	
2005	1,60943791	84000	-0,551521083	-2449	0,304175505	5997601	1350,675132	
2006	1,79175947	86055	-0,369199526	-394	0,13630829	155236	145,4646132	
2007	1,94591015	87584	-0,215048846	1135	0,046246006	1288225	-244,0804403	
2008	2,07944154	87316	-0,081517453	867	0,006645095	751689	-70,67563217	
2009	2,19722458	84431	0,036265582	-2018	0,001315192	4072324	-73,18394482	
2010	2,30258509	85464	0,141626098	-985	0,020057952	970225	-139,5017064	
2011	2,39789527	86100	0,236936278	-349	0,0561388	121801	-82,69076089	
2012	2,48490665	86056	0,323947655	-393	0,104942083	154449	-127,3114283	
2013	2,56494936	82430	0,403990362	-4019	0,163208213	16152361	-1623,637266	
2014	2,63905733	83296	0,478098334	-3153	0,228578017	9941409	-1507,444049	
2015	2,7080502	84583	0,547091206	-1866	0,299308788	3481956	-1020,87219	
2016	2,77258872	90504	0,611629727	4055	0,374090923	16443025	2480,158543	
2017	2,83321334	92599	0,672254349	6150	0,45192591	37822500	4134,364246	
2018	2,89037176	93467	0,729412763	7018	0,532042978	49252324	5119,018769	
2019	2,94443898	91349	0,783479984	4900	0,613840885	24010000	3839,051922	
2020	2,99573227	89000	0,834773278	2551	0,696846426	6507601	2129,506633	
2021	3,04452244	97000	0,883563443	10551	0,780684357	111323601	9322,477882	
total	45,3801389	1815429	-3,9968E-15		13,36925654	419419020	57080,27746	
moyen	2,160959	86449			0,636631264	19972334,3	2718,108451	

$$r_2' = 77,4\%$$

2.3.2.2. Régression de puissance

$$r' = \frac{Cov(\ln x, \ln y)}{\sqrt{Var(\ln x) * Var(\ln y)}} = \frac{(\sum(\ln x - \overline{\ln x}) * \sum(\ln y - \overline{\ln y})) / 21}{\sqrt{(\sum \ln x / 21) * (\sum \ln y / 21)}}$$

Tableau IV.18 : Calcul des variances entre ln(x) et ln(y)

Annee	lnx	lny	lnx-lnxbarr	lny-lnybarr	(lnx-lnxbarr)^2	(lny-lnybarr)^2	(lnx-lnxbar)*(lny-lnybarr)
2001	0	11,2678686	-2,160959	-0,09812381	4,669743779	0,009628282	0,212041531
2002	0,69314718	11,2960249	-1,46781181	-0,06996749	2,154471523	0,004895449	0,102699101
2003	1,09861229	11,3158029	-1,06234671	-0,05018946	1,128580525	0,002518982	0,053318606
2004	1,38629436	11,3304319	-0,77466463	-0,03556048	0,600105295	0,001264548	0,027547444
2005	1,60943791	11,3385721	-0,55152108	-0,02742029	0,304175505	0,000751872	0,01512287
2006	1,79175947	11,3627419	-0,36919953	-0,00325047	0,13630829	1,05655E-05	0,00120007
2007	1,94591015	11,3803536	-0,21504885	0,01436124	0,046246006	0,000206245	-0,003088368
2008	2,07944154	11,377289	-0,08151745	0,01129663	0,006645095	0,000127614	-0,000920873
2009	2,19722458	11,3436899	0,03626558	-0,02230246	0,001315192	0,0004974	-0,000808812
2010	2,30258509	11,3558505	0,1416261	-0,01014186	0,020057952	0,000102857	-0,001436352
2011	2,39789527	11,3632647	0,23693628	-0,00272768	0,0561388	7,44024E-06	-0,000646286
2012	2,48490665	11,3627535	0,32394765	-0,00323884	0,104942083	1,04901E-05	-0,001049216
2013	2,56494936	11,3197047	0,40399036	-0,04628764	0,163208213	0,002142546	-0,018699762
2014	2,63905733	11,3301558	0,47809833	-0,03583656	0,228578017	0,001284259	-0,017133401
2015	2,7080502	11,3454886	0,54709121	-0,02050379	0,299308788	0,000420405	-0,011217444
2016	2,77258872	11,4131493	0,61162973	0,04715696	0,374090923	0,002223779	0,028842597
2017	2,83321334	11,4360336	0,67225435	0,07004125	0,45192591	0,004905777	0,047085535
2018	2,89037176	11,4453637	0,72941276	0,07937134	0,532042978	0,00629981	0,057894469
2019	2,94443898	11,4224426	0,78347998	0,05645024	0,613840885	0,00318663	0,044227636
2020	2,99573227	11,3963916	0,83477328	0,03039928	0,696846426	0,000924116	0,025376505
2021	3,04452244	11,4824663	0,88356344	0,11647389	0,780684357	0,013566166	0,102912068
total	45,3801389	238,68584	-3,9968E-15	-1,0658E-14	13,36925654	0,054975233	0,66326792
moyen	2,160959	11,3659924			0,636631264	0,002617868	0,031584187

$r_3' = 76,2\%$

2.3.2.3. Régression exponentielle

$$r' = \frac{Cov(x, lny)}{\sqrt{Var(x) * Var(lny)}} = \frac{(\sum(x - \bar{x}) * \sum(lny - \overline{lny})) / 21}{\sqrt{(\sum x / 21) * (\sum lny / 21)}}$$

Tableau IV.19 : Calcule des variances entre x et ln(y)

Annee	x	lny	x-xbarr	lny-lnybarr	(x-xbarr)^2	(lny-lnybarr)^2	(x-xbarr)*(lny-lnybarr)
2001	1	11,2678686	-10	-0,09812381	100	0,009628282	0,981238104
2002	2	11,2960249	-9	-0,06996749	81	0,004895449	0,629707366
2003	3	11,3158029	-8	-0,05018946	64	0,002518982	0,401515671
2004	4	11,3304319	-7	-0,03556048	49	0,001264548	0,248923342
2005	5	11,3385721	-6	-0,02742029	36	0,000751872	0,164521758
2006	6	11,3627419	-5	-0,00325047	25	1,05655E-05	0,016252325
2007	7	11,3803536	-4	0,01436124	16	0,000206245	-0,057444964
2008	8	11,377289	-3	0,01129663	9	0,000127614	-0,033889891
2009	9	11,3436899	-2	-0,02230246	4	0,0004974	0,044604918
2010	10	11,3558505	-1	-0,01014186	1	0,000102857	0,010141857
2011	11	11,3632647	0	-0,00272768	0	7,44024E-06	0
2012	12	11,3627535	1	-0,00323884	1	1,04901E-05	-0,003238845
2013	13	11,3197047	2	-0,04628764	4	0,002142546	-0,092575287
2014	14	11,3301558	3	-0,03583656	9	0,001284259	-0,107509689
2015	15	11,3454886	4	-0,02050379	16	0,000420405	-0,082015164
2016	16	11,4131493	5	0,04715696	25	0,002223779	0,235784784
2017	17	11,4360336	6	0,07004125	36	0,004905777	0,420247504
2018	18	11,4453637	7	0,07937134	49	0,00629981	0,555599387
2019	19	11,4224426	8	0,05645024	64	0,00318663	0,451601952
2020	20	11,3963916	9	0,03039928	81	0,000924116	0,273593501
2021	21	11,4824663	10	0,11647389	100	0,013566166	1,164738867
total		231		238,68584		770	0,054975233
moyen		11		11,3659924		36,6666667	0,002617868

$r_4' = 80,3\%$

➤ **Choix du modèle**

Tableau IV.20 : Les coefficients de corrélation pour la production

Modèles de régression	Coefficients de corrélation (r')
Linéaire	0.801
Logarithmique	0.77
puissance	0.76
exponentiel	0.803

On note que le coefficient de corrélation est supérieurs à 0.8 dans le cas linéaire et le cas exponentiel, pour cela on peut considérer que la corrélation est bonne avec ces deux méthodes, mais il est inférieur à 0.8 dans le cas logarithmique et puissance (corrélation moyenne) on choisit la méthode avec le pourcentage le plus élevé, on remarque que ;

$$r_4' > r_1' > r_2' > r_3'$$

Donc on peut conclure que le modèle de régression exponentielle sera la méthode la plus fiable.

2.4. Application du modèle exponentielle

$$y = b e^{ax}$$

$$\ln y = \ln (b e^{ax}) = ax + \ln b$$

$$Y = ax + B \quad \text{tel que ; } Y = \ln y \text{ et } B = \ln b$$

➤ **Calculer a ;**

$$a = \frac{\text{Cov}(x,Y)}{\text{var}(x)}$$

$$a = 0.0068$$

➤ **Calculer b ;**

$$\ln b = \bar{Y} - a\bar{x} = 11.295$$

$$b = e^{11.295} = 80418.5$$

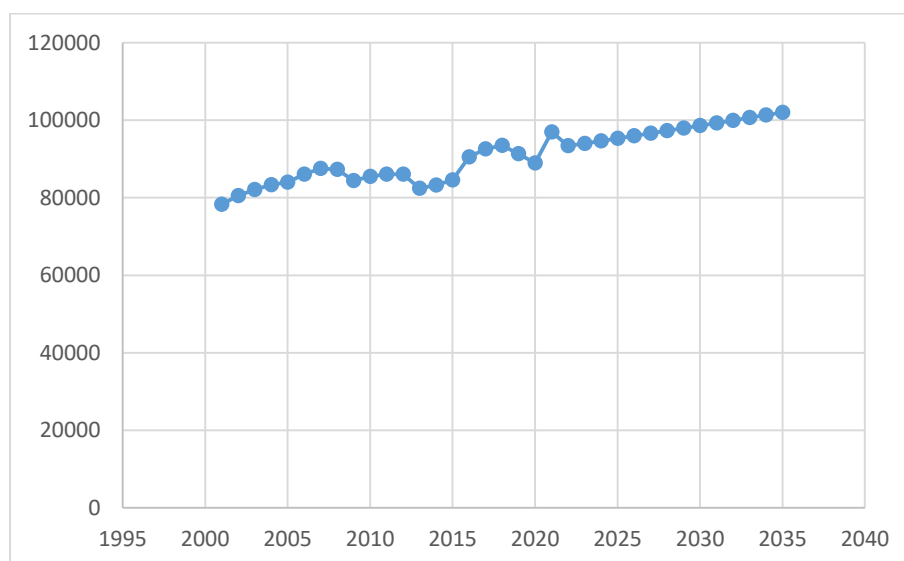
$$y = 80418.5e^{0.0068x}$$

➤ Construction du tableau de prévision

Tableau IV.21 : Les prévisions sur la production du gaz naturel en Algérie à l'horizon 2035

Années	x	Prévisions
2022	22	93395.6
2023	23	94032.9
2024	24	94674.5
2025	25	95320.4
2026	26	95970.8
2027	27	96625.7
2028	28	97284.9
2029	29	97948.7
2030	30	98617.1
2031	31	99290
2032	32	99967.4
2033	33	100649.5
2034	34	101336.3
2035	35	102027.7

Source : Etablit par l'étudiant



Source : Etablit par l'étudiant

Graphe IV.21 : prévision de la production nationale de gaz naturel

➤ Interprétation des résultats :

Les attentes indiquent une légère augmentation du volume moyen de la production nationale de gaz naturel d'ici 2035, date à laquelle il devrait atteindre environ 102 milliards de mètres cubes pour l'année 2035 comme estimation maximale. Une augmentation estimée à 5,2% par rapport à 2021, il est certain qu'elle ne suffira pas à couvrir l'énorme croissance de la demande nationale de gaz, qui peut avoir des conséquences négatives pour l'économie nationale.

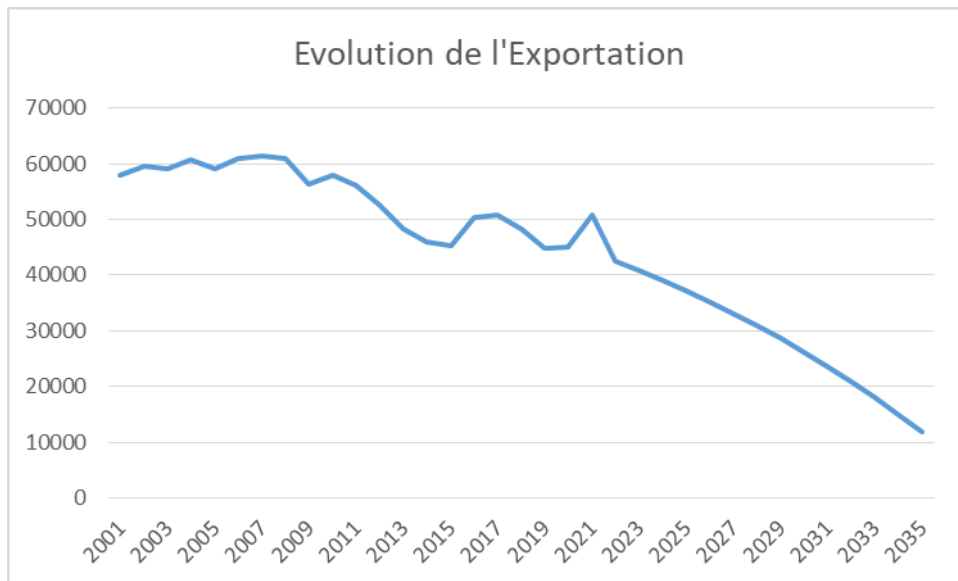
3. Les conséquences attendues après notre étude

Étant donné que la production nationale est égale à la consommation intérieure en plus du volume des exportations, et que la demande nationale de gaz naturel en Algérie est une priorité avant toute autre chose, la croissance rapide de cette dernière compte tenu d'un ralentissement de la croissance du volume de la production affectera le volume des exportations, ce qui peut conduire à leur absence à court terme. Le tableau suivant présente les conséquences de l'augmentation de la demande nationale sur l'exportation ;

Tableau IV.22 : les conséquences de l'augmentation de la demande nationale sur l'exportation

Annee	Production	Demande nationale	exportation
2022	93395,6	50919,4136	42476,1864
2023	94032,9	53209,8887	40823,0113
2024	94674,5	55603,3948	39071,1052
2025	95320,4	58104,5664	37215,8336
2026	95970,8	60718,2467	35252,5533
2027	96625,7	63449,4964	33176,2036
2028	97284,9	66303,6042	30981,2958
2029	97948,7	69286,0964	28662,6036
2030	98617,1	72402,7482	26214,3518
2031	99290	75659,5943	23630,4057
2032	99967,4	79062,941	20904,459
2033	100649,5	82619,3783	18030,1217
2034	101336,3	86335,7925	15000,5075
2035	102027,7	90219,3797	11808,3203

Source : Etablit par l'étudiant



Source : Etablit par l'étudiant

Grphe IV.22 : Evolution de l'exportation

➤ **Interprétation des résultats :**

Les attentes indiquent une forte diminution du volume de gaz exporté, car il tombera à moins de 12 milliards de mètres cubes d'ici 2035, et on s'attend à ce que ce chiffre soit nulle avant 2040.

- $\text{Exportation} = \text{Production} - \text{Consommation}$

Lorsque L'Exportation = 0 ➡ Production = consommation

D'où :
$$80418.5 e^{0.0068x} = 19341.33 e^{0.044x}$$

$$x \approx 38,3$$

Donc si la situation continue telle qu'elle est, et en absence d'un effort d'investissement de prospection et de recherche pour augmenter les réserves actuelles du potentiel gazier ; il est prévu que d'ici l'année 2038/2039 l'Algérie ira vers l'importation pour répondre à la demande nationale croissante en gaz naturel.

Conclusion

Cette baisse importante attendue du volume de gaz destiné à l'exportation est considérée comme une catastrophe potentielle qui menace le développement de la diversification de l'économie nationale. Par conséquent, des solutions doivent être trouvées pour réduire la consommation nationale pléthorique, d'autant plus que les centrales électriques consomment environ 40% de la demande totale. Des solutions alternatives doivent être trouvées pour produire de l'électricité au lieu d'utiliser le gaz, en plus d'une tentative d'augmentation du volume de production par l'intensification des projets de recherche et d'exploration pour le gaz.

Conclusion Générale

Au cours de ces travaux, nous avons prouvé que le gaz naturel est l'une des sources d'énergie les plus utilisées dans le monde, il est utilisé dans divers domaines « chauffage, cuisine, transport, industries, etc. Comme il bénéficie de l'escalade des préoccupations environnementales importantes, L'Algérie est à la fois productrice, consommatrice et exportatrice de cette énergie, qu'il soit donc nécessaire pour les énergéticiens comme SONELGAZ et SONATRACH et ses filiales d'analyser le volume de gaz naturel consommé ces dernières années et de prévoir l'évolution de la consommation dans le temps afin de comprendre le mécanisme qui gère cette consommation et d'en extraire ensuite les informations pertinentes qui serviront à prendre diverses décisions énergétiques, économiques ou autres.

L'objectif principal de ce travail était d'estimer la demande nationale en gaz naturel à l'horizon 2035. En effet, parmi les consommations des différents clients de SONELGAZ, nous avons constaté que la consommation de gaz naturel est étroitement liée à la demande en gaz naturel des centrales électriques et distribution générale, et pour cela nous l'avons évalué sur la base de l'évolution de cette consommation entre 2000 et 2021 en fonction de la demande de ces deux types de clients.

Pour ce faire, nous avons choisi un modèle économétrique parmi un ensemble de modèles possibles répondant à des critères économiques et statistiques. Ce modèle est composé de deux équations estimées par régression exponentielle.

Notre étude a porté sur l'analyse de l'évolution de la demande nationale du gaz naturel pendant les deux dernières décennies. En premier lieu, nous avons appliqué le modèle prévisionnel de la régression exponentielle. Le principe de cette méthode est basé sur estimation de paramètres en calculant le coefficient de corrélation afin d'arriver à l'équation de prévision et prévoir l'évolution de la demande à l'horizon 2035.

En second lieu, nous avons appliqué la même méthode pour prévoir le volume de production du gaz en Algérie pendant la même période.

Après avoir obtenu les résultats de l'évolution de l'exportation du gaz naturel qui aboutissent d'ici cette échéance de 2035 à un volume d'exportation moins de 12 milliards de mètres cubes.

Nous avons constaté que les prévisions étaient fiables et proche de la réalité d'autant plus que le volume de consommation obtenu grâce à nos prévisions atteindra environ 66,3 milliards de mètres cubes en 2028, ce qui avait été annoncé par l'Agence de presse algérienne en 2019.

D'autre part, selon les spécialistes, compte tenu des réserves de gaz naturel de notre pays, même dans le scénario le plus pessimiste, nous voyons que nous pourrions répondre aux demandes à moyen terme. Cependant, même si ces ressources sont importantes, rien ne garantit qu'elles soient exploitées assez rapidement pour répondre à la demande attendue dans divers domaines. A l'heure actuelle, l'Algérie doit savoir bien entretenir ses réserves, pour cela, il faut aujourd'hui prendre les mesures nécessaires pour développer une véritable industrie de production d'électricité afin d'écartier toute menace à la sécurité d'approvisionnement et ainsi répondre la demande nationale pour d'une part, et d'autre part pour gérer l'augmentation de ses exportations. L'Algérie devra donc également prendre des mesures de bonne gestion des ressources allouées dans le cadre de cette grande ambition afin d'éviter que les problèmes de mauvaise gestion ne soient des obstacles économiques et concurrentiels importants.

Enfin, une action gouvernementale est nécessaire pour réduire la consommation en incitant les entreprises, les familles ainsi que les automobilistes à modifier leurs habitudes de consommation afin d'améliorer l'efficacité énergétique, qui demeure le principal défi pour notre pays.

Bibliographie

Les Ouvrages

- Alexandre Rojey, Bernard Durand, Claude Jaffret, Sophie Jullian, Michel Valais, « Le gaz naturel production traitement transport ». Editions Technip (1994), publications de l'institut français du pétrole, P : 3, 4, 72-76, 84, 90, 113, 256-262.
- Farouk Hémici, Mira Bounab- Techniques de gestion- Cours et applications-2016
- Philippe Marier, ing. MBA- PRÉVISION DE LA DEMANDE-

Les mémoires

- Atmani Boutheyna, Ferhati Soumia Amira - La contribution géologique et sédimentologique pour la détermination d'un milieu poreux. (Cas de Rhourd Nous) – Master 2 - Université Larbi Ben M'Hidi , Oum El Bouaghi – 2019
- BOUSETOUA Khadidja, BOUREKOUA Soumia - Les enjeux du secteur gazier algérien face aux transformations majeures des marchés gaziers mondiaux – Master 2 – Mohammed Seddik Benyahia. Jijel – 2017
- DOU Youssef, MIDA Abdelkader, GUERGUEB Nabil - Etude pour la réalisation d'une station de récupération des gaz torchés à Tiguentourine contraintes et solutions techniques – Master 2 - Université EchahidHamma Lakhdar. El Oued – 2021
- Hadjadj Aoul Amine, Messaoudi Mohamed – Etude des conditions opératoires de la chromatographie en phase gazeuse dans le but d'améliorer l'analyse du gaz de vente et GPL de MPP0 à Hassi R'mel – Master 2 - Université de Tlemcen – 2010
- S.BESSAM, Etude des propriétés thermodynamique, structurales et de transport du méthane liquide et des mélanges d'hydrocarbures par dynamique moléculaire de corps flexible, Mémoire de magister université d'Oran département de chimie, 2008, page 25-27-28
- Sayah Amira – Rapport de stage - Licence 3 – Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie Université Boumerdes -2021
- Yahia Krierm, Bilan énergétique et exégétique d'une centrale thermique- Spécialité énergétique et développement durable- Ecole supérieure de technologies industrielles Annaba- 2020

Les Rapports

- Bilan énergétique 2001-2020

- Documentation de SONATRACH
- Guide de SONELGAZ

Les sites web

- « Algérie : démarrage de la production du champ gazier de Timimoun | TotalEnergies.com ». <https://totalenergies.com/fr/medias/actualite/communiqués/algerie-demarrage-de-la-production-du-champ-gazier-de-timimoun?fbclid=IwAR0p8cblwuXS68AFp6vSH1rwI1g6JAm8bteCZxp6LcPbCXAJitKqi5okTNE> (consulté le 10 juin 2022).
- « Définition | Fracturation hydraulique - Fracking - Hydrofracturation | Futura Planète ». <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/geologie-fracturation-hydraulique-9048/?fbclid=IwAR0GXDeE9vNh9h9RMhTifbdbOX7gYI2ng87RvGREg5S9MG3p1jiDsiHg87E> (consulté le 16 juin 2022)
- « How is Natural Gas Extracted | Hydraulic Fracturing in Canada ». https://www.capp.ca/fr/gaz-naturel/extraction-du-gaz-naturel/?fbclid=IwAR0qKpxz2DEwGc0v7YpletWZzJIxjjqu5zJWceVBmYt3xZ6RYK_djpgwvqM (consulté le 14 juin 2022)
- « Les différents acteurs de la chaîne gazière - Le MaGAZine ». https://www.gazprom-energy.fr/gazmagazine/2014/07/acteurs-de-la-chaine-gaziere/?fbclid=IwAR07amiH7KeBkdHClS1vIF_c3MVi4Ik_cBgq2X-JWxbQX_nmvrXhfXL4Jw0 (consulté le 19 juin 2022)
- « Prospection, exploitation gazière et pétrolière : comment ça marche ? ». <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/prospection-exploration-gaziere-et-petroliere?fbclid=IwAR02fFW-vmJg96RRwPgSnEpTU1NHFAu2QOsykYpOdXcYjyO9EtDOPnNWW-iE> (consulté le 12 juin 2022)
- [Http://www.worldbank.org](http://www.worldbank.org), 03/02/2019
- <http://ats.energies.free.fr/spip.php?article27>, 27/04/2009

- http://unt-ori2.crihan.fr/unspf/2010_Limoges_Vignoles_StatsDescriptives/co/00-1%20Module_stat-descriptives-2009.html
- <https://fr.wikipedia.org>, 12/05/2019
- <https://fr.wikipedia.org>, 12/05/2019
- <https://www.gazprom-energy.fr/gazmagazine/2021/08/reserves-mondiales-de-gaz-naturel-en-2021/>, 4 août 2021
- <https://www.clarke-energy.com>, 12/04/2019
- <https://www.lenergeek.com>, 29/01/2019
- <https://direns.mines-paristech.fr/Sites/Thoip/fr/co/cycles-combines.html>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sonelgaz>
- <https://particuliers.engie.fr>, 02/02/2019
- <https://sonatrach.com/>
- <https://www.aljazeera.net/ebusiness/2022/2/21/تعرف-على-الأسواق-الدولية-للغاز-من>
- <https://www.connaissancedesenergies.org>, 15/03/2019
- <https://www.engie.com/activites/thermique/centrales-thermiques>, 01/06/22
- <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/developpements-recents-et-perspectives-du-marche-gazier-2020>, 10.02.2021
- <https://www.sonelgaz.dz/fr/category/qui-sommes-nous>