



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

**FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE**

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : MERZOUG Amine

BOUGHEROUAT Ala Eddine

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

FILIERE : ELECTROTECHNIQUE

OPTION : ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE

Thème

**Etude Energétique Du Réseau électrique de distribution
(Station De Compression-Sonatrach- Laghouat)**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
MEKHANET Mohamed	MCB	Président
BESSEDIK Sid Ahmed	MCA	Examineur
KOUIDRI Mohammed Ali	MCA	Rapporteur

Promotion : 2019/2020

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Allah de ce que ce passe de bien, être de bien santé spécialement cette année (année de Corona virus) et finalement à ce jour de sentence,

Je dédie ce modest travail à :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

REMERCIERMENT

Je remercie vivement mon encadreur, Monsieur KOUIDRI Mohammed Ali d'avoir encadré ce travail avec beaucoup de compétences,

Merci pour votre indéfectible disponibilité, votre rigueur scientifique et la confiance que vous m'avez accordée au cours de l'élaboration de ce mémoire; Merci pour l'acuité de vos critiques et pour vos conseils éclairés.

Veillez trouver dans ces pages une infime partie de mon infinie connaissance.

Je remercie également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie tous les enseignants qui ont contribué à ma formation de la graduation à la poste graduation.

نبذة مختصرة

نتحدث في هذه الأطروحة عن دراسة عامة عن الإجراءات وبعض الممارسات الاقتصادية ، مع زيادة في سعر الفاتورة وكذلك زيادة عدد الطلب على استهلاك الطاقة يتدخل بشكل كبير في تكاليف الإنتاج خاصة في المجال الصناعة .وضع الدراسة الأساسية ومحكمة على أساس مستمر لضمان الاستخدام الرشيد لطاقة لزيادة كفاءة الطاقة .يتضمن البرنامج الجزائي إجراءات ونماذج الاستهلاك الوطني لطاقة التي تقوم على البدء بقوانين السياسية العامة في مجال الطاقوي ، مرورا بعوامل و المؤشرات التقنية وصولا إلى عدة حلول التقنية والاقتصادية للإنتاج و استهلاكها.

كلمات مفتاحية : الممارسات الاقتصادية، كفاءة الطاقة، المؤشرات التقنية.

Résumé

Dans ce mémoire nous présentons une étude générale sur les procédures et quelque pratique technico-économique, avec l'augmentation des tarifs et aussi la demande les consommations énergétiques interviennent de plus en plus de façon significative dans les couts de production surtout en industrie, Pour cela établir un audit énergétique est l'étude essentielle de façon permanent pour assure le passage sein à utilisation rational de l'énergie pour plus efficacité énergétique. Le programme algérien comporte des actions et des modèle de consommation énergétique national ce que s'appuient sur débutant l'efficacité de politique générale de énergie, passant par un audit énergétique globale de le système arrivant à un ou des solutions technique et économique de production et consommation de cette énergie.

Mot clé : Technico-économique, audit énergétique, efficacité énergétique.

Abstract

In this thesis we will present a general study on the procedures and some technical-economic practice, with the increase in tariffs and also the demand of the energy consumption intervenes more and more in a significant way in the costs of production especially in industry. Establishing an energy audit is the essential study on an ongoing basis to ensure the transition to rational use of energy for more energy efficiency. The Algerian program includes actions and models of national energy consumption which are based on starting the efficiency of general energy policy, passing through a global energy audit of the system arriving at one or more technical and economic solutions of production and consumption of this energy.

Key words : technical-economic, energy audit, energy efficiency.

SOMMAIRE

Dédicace	I
Remerciement	II
Résumé	III
Sommaire	IV
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	IX
Nomenclature	XII
Introduction générale	1
Chapitre I Etudes bibliographiques sur l'énergie électrique	2
I.1 Introduction	3
I.2 Le gaspillage énergétique	3
I.3 La maîtrise de l'énergie selon la loi Algérie	3
I.4 Maîtriser les risques technologiques et environnementaux	4
I.5 L'efficacité énergétique	6
I.6 Les énergies renouvelables, piliers du développement énergétique durable	7
I.7 Les différentes énergies renouvelables qui s'offrent à nous	8
I.7.1 Énergie solaire	8
I.7.2 L'énergie éolienne	10
I.7.3 L'énergie hydraulique	13
I.7.4 L'énergie géothermique	14
I.7.5 L'énergie biomasse	16
I.8 Le plan d'action en matière d'efficacité énergétique	17
II.9 Conclusion	18
Chapitre II Caractéristiques techniques du site étudié	19
II.1 Introduction	20
II.2 Présentation et description générale du site	20
II.3 Situation géographique de la station Sonatrach	22
II.4 Effectifs du centre	26
II.5 Groupe stations Sonatrach est composé de quatre (04) sites	27
II.6 Analyse de la production des Turbo-alternateurs	27
II.7 Equipement électrique utilisés	28
II.8 Conclusion	31
Chapitre III Etude cas	32
III.1 Introduction	33
III.2 Qualité d'énergie électrique	33
III.2.1 Rappel sur les harmoniques	33
III.2.2 Effets des harmoniques	34
III.2.3 Distorsion harmonique	35
III.3 Creux et coupure de tension de réseau	36
III.3.1 Origine	36
III.3.2 Effets et conséquences des creux de tension	37
III.4 Comptage	38
III.5 Bilans de puissance annuelle de station 2016/2017/2018	38

III.5.1 Analyse de l'énergie actif kWh GZ1, GZ2 et GZ3	40
III.5.2 Analyse de l'énergie réactive kVARH GZ1, GZ2 et GZ3	40
III.5.3 Analyse des heures pointes 2016/2017/2018 GZ, GZ2 et GZ3	41
III.5.4 Analyse des heures hors pointe 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3	42
III .5.5 Structure de la consommation par postes horaires GZ1, GZ2 et GZ3	43
III .5.6 Analyse de la tangente ϕ 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3	44
III .5.7 Analyse de la PMA 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3	44
III .5.8 Facture ST de compression GZ1, GZ2, GZ3 Sonatrach en (DA) ligne 30k	45
MT	
III.6 Bilans de puissance annuelle la base de vie 2016/2017/2018	46
III.6.1 Analyse de l'énergie actif kWh base de vie	48
III.6.2 Analyse de l'énergie réactive kVARH base de vie	49
III.6.3 Analyse des heures pointes 2016/2017/2018 base de vie	49
III.6.4 Analyse des heures hors pointe 2016/2017/2018 base de vie	50
III .6.5 Structure de la consommation par postes horaires base de vie	51
III .6.6 Analyse de la tangente ϕ 2016/2017/2018 base de vie	52
III .6.7 Analyse de la PMA 2016/2017/2018 base de vie	53
III .6.8 Facture base de vie Sonatrach en (DA) ligne 30 kV MT	54
III.7 Bilans de puissance annuelle des turboalternateur 2016/2017/2018	55
III.7.1 Analyse de l'énergie actif kWh	55
III.7.2 Analyse de l'énergie actif (kWh)	57
III.8 Tarification	58
III.9 Gisements d'économie d'énergie	61
III.9.1 Puissance mise à disposition (PMD)	61
III.10 Compensation de l'énergie réactive	62
III.10.1 Energie électrique	62
III.10.2 Facteur de puissance	63
III.10.3 Compensation de puissance réactive	63
III.10.4 Où localiser la batterie de condensateurs ?	64
III.10.5 Choix du type de compensation	66
III.11 Choix du tarif simulation avec les différentes tarifications MT	66
III.11.1 Station De Compression Sonatrach GZ1, GZ2, GZ3	67
III.11.2 Base de vie de Sonatrach	70
III.12 Analyse de la PMA	73
III.12.1 Choix de PMD pour GZ1/GZ2 et GZ3 et la base de vie	73
III.13 Amélioration le facture de puissance	75
III.13.1 Calcule de la puissance réactive de condensateur à utiliser	76
III.14 l'éclairage	77
III.15 Récapitulation générale des gains	78
III.16 Conclusion	80
Conclusion Générale	81
Référence Bibliographie	82

Liste de figures

Chapitre I :

Figure I.1: La consommation totale de différentes énergies excite sur le monde.

Figure I.2 : Revenu net des produits pétroliers dans certaines économies de producteurs, si les prix du pétrole restent où ils sont, 2019-20.

Figure I.2 : Revenu net des produits pétroliers dans certaines économies de producteurs, si les prix du pétrole restent où ils sont, 2019-20.

Figure I.4: Principe de fonctionnement PV.

Figure I.5 : Echauffement l'eau sanitaire par panneau solaire.

Figure I.6 : Différents types de concentration pour énergie solaire thermique.

Figure I.7 : Carte mondiale de l'irradiation solaire globale.

Figure I.8 : Les différents composants d'éolienne à axe horizontal.

Figure I.9 : Les différentes éoliennes Darrieus.

Figure I.10 : Eolienne Savonius.

Figure I.11 : Carte de la vitesse de vent dans plusieurs zones en Algérie (source CDER).

Figure I.12 : principe de fonctionnement d'une centrale gravitaire.

Figure I.12 : Pourcentage de production de l'électricité dont la source est l'énergie hydroélectrique.

Figure I.12 : Carte représente les sources des nappes d'eau chaude an territoire Algerian.

Chapitre II :

Figure II.1 : Présentation des réseaux de transport RTO.

Figure II.2 : Vue satellitaire du site audité les stations Sonatrach

Figure II.3 : Présentation du réseau de la station GZ1/2.

Figure II.4: Présentation du réseau d'alimentation de la station GZ3

Figure II.5 : Schéma de principe T.G.B.T. GZ1/GZ2 Arrivée SONELGAZ

Figure II.6 : Organigramme du groupe de stations T-RTO

Figure II.7 : Présentation altimétrique du réseau de transport RTO

Figure II.8: Autoproduction par turboalternateur à gaz (TA) en (kWh).

Figure II.9 : Taux annuel de la production des (TA).

Chapitre III :

Figure III.1 : Exemple d'un courant contenant des harmoniques et décomposition en rangs harmoniques de rang 1 (fondamental), 3, 5, 7 et 9.

Figure III.2 : creux et coupure de tension

Figure III.3 : Evolution de La consommation d'énergie active.

Figure III.4 : Evolution de La consommation d'énergie réactive.

Figure III.5 : Evolution du poste heures pointes.

Figure III.6 : Evolution du poste heures hors pointe.

Figure III.7 : la consommation annuelle en 2016

Figure III.8 : la consommation annuelle en 2017

Figure III.9 : la consommation annuelle en 2018

Figure III.10: Evolution de La tangente φ à travers les trois années.

Figure III.11 : Evolution de PMA à travers les trois années

Figure III.12 : Evolution du montant durant les années 2016/ 2017 /2018.

Figure III.13 : Evolution du montant ST DE COMPRESSION SONATRACH

Figure III.14 : Evolution de La consommation d'énergie active.

Figure III.15 : Evolution de La consommation d'énergie réactive

Figure III.16 : Evolution du poste heures pointes

Figure III.17 : Evolution du poste heures hors pointe

Figure III.18 : la consommation annuelle en 2016

Figure III.19 : la consommation annuelle en 2017

Figure III.20 : la consommation annuelle en 2018

Figure III.21: Evolution de La tangente φ à travers les trois années

Figure III.22 : Evolution du montant durant les années 2016/ 2017 /2018

Figure III.23: Evolution montant de la Base de vie

Figure III.24 : Evolution de la puissance active turboalternateur TA1, TA2 et TA3

Figure III.25 : Puissance totale des turboalternateurs de GZ1/GZ2

Figure III.26 : Evolution de la puissance active turboalternateur TA4 et TA5

Figure III.27 : Puissance totale des turboalternateurs de GZ3

Figure III.28 : La réparation les types des heures selon la journée

Figure III.29 : Compensation individuelle

Figure III.30 : Compensation partielle

Figure III.31 : Compensation globale

Figure III.32 : Schéma de principe de la compensation.

Figure III.33 : Eclairage par des panneaux solaire.

Figure III.34 : Les montants payés par entreprise sur les trois années de station Sonatrach

Figure III.35 : Les montants payés par entreprise sur les trois années de la base de vie

Liste des tableaux

Chapitre II

Tableau II.1 : Capacité de transport.

Tableau II.2 : Caractéristiques des cellules de jeu de barre BT

Tableau II.3 : Pertes des transformateurs

Tableau II.4 : Groupe des stations Sonatrach de transport.

Tableau II.5 : Les machines des stations Sonatrach de transport.

Tableau II.6 : Puissance active (kWh) (2016/2017/2018).

Tableau II.7 : Taux annuel de la production des TA.

Tableau II.8 : Caractéristiques techniques

Tableau II.9 : Caractéristiques des transformateurs

Tableau II.10 : Les principaux équipements constituant la station

Tableau II.11 : Caractéristiques des machines

Tableau II.12: Caractéristiques Onduleurs et redresseurs

Tableau II.12 : Groupes électrogènes

Chapitre II

Tableau II.1 : Capacité de transport.

Tableau II.2 : Caractéristiques des cellules de jeu de barre BT

Tableau II.3 : Pertes des transformateurs

Tableau II.4 : Groupe des stations Sonatrach de transport.

Tableau II.5 : Les machines des stations Sonatrach de transport.

Tableau II.6 : Puissance active (kWh) (2016/2017/2018).

Tableau II.7 : Taux annuel de la production des TA.

Tableau II.8 : Caractéristiques techniques

Tableau II.9 : Caractéristiques des transformateurs

Tableau II.10 : Les principaux équipements constituant la station

Tableau II.11 : Caractéristiques des machines

Tableau II.12: Caractéristiques Onduleurs et redresseurs

Tableau II.13 : Groupes électrogènes

Chapitre III

Le Tableau III.1 : Conséquences des creux de tension sur quelques équipements électriques sensibles

Tableau III.2 : Bilan de puissance de station de compression Sonatrach 2016

Tableau III.3 : Bilan de puissance de station de compression Sonatrach 2017

Tableau III.5: Montant ST DE COMPRESSION SONATRACH

Tableau III.6 : Bilan de puissance de la base de vie 2016

Tableau III.7 : Bilan de puissance de la base de vie 2017

Tableau III.8 : Bilan de puissance de la base de vie 2018

Tableau III.9 : Montant totale de la Base de vie

Tableau III.10 : Quantité d'énergie consommée dans GZ1/GZ2

Tableau III.11 : énergie consommée annuelle

Tableau III.12 : Quantité d'énergie consommée dans GZ3

Tableau III.13 : énergie consommée annuelle

Tableau III.14: Les choix des tarifs selon le type de tension

Tableau III.15 : Energie consommée dans chaque type heurux pour les trois ans

Tableau III.16 : Energie active total dans chaque année

Tableau III.17 : Les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2016

Tableau III.18 : Tableau de gain l'année 2016

Tableau III.19 : Les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2017

Tableau III.20 : Tableau de gain l'année 2017

Tableau III.21 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2018

Tableau III.22 : Tableau de gain l'année 2018

Tableau III.23 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2016

Tableau III.24 : Tableau de gain l'année 2016

Tableau III.25 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2017

Tableau III.26 : Tableau de gain l'année 2017

Tableau III.27 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2018

Tableau III.28 : Tableau de gain l'année 2018

Tableau III.29 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2016

Tableau III.30 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2017

Tableau III.30 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2018

Tableau III.31 : les énergies totale et le tangent pour les trois années dans la station et la base de vie

Tableau III.32 : Tableau de gain de la compensation pour la station Sonatrach

Tableau III.33 : Tableau de gain de la compensation pour la base de vie

Tableau III.34 : Tableau de consommation de l'éclairage traditionnelle

Tableau III.34 : Tableau de gain total pour la station Soantrach pendant trois années

Tableau III.35 : Tableau de gain total pour la base de vie pendant trois années

Tableau III.36 : Tableau de gain total pour la station Soantrach

et la base de vie pendant trois années

Nomenclatures

AIE : L'Agence internationale de l'énergie

COP21 : Conference of parties (Conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques)

Mtep : Mégatonne d'équivalent pétrole est une unité de mesure de l'énergie

PV : Photovoltaïque

CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables

CES : Chauffe-eau solaire

FNME : Le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie

CNDG : Contre national dispatching gaz

GPL : gaz de pétrole liquéfié

LR1 : l'oléoduc GPL d'alrar à Hassi r'mel

SPM : Single point mooring

RA1-Z : Raffinerie Arzew

GP1-Z : Gaz pétrole

MEDGAZ : est un gazoduc qui relie les installations algériennes de Béni Saf jusqu'au port d'Almería en Espagne en passant sous la mer Méditerranée.

RTO : région transport ouest

TRC : Transport par canalisation

GSC : Groupe Stations de Compression

TGBT : Tableau général basse tension

TA : Turboalternateur

STA : système de Transfer automatique

DJ : disjoncteur

Icc : courant de court circuit

IP : Indice de protection

MSP : mise en situation professionnelle

DSP : Direction sécurité et protection

ANP : armée national populaire

TC : Transformateur de courant

ASI : Alimentation sans interruption

IEEE : Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens

PMA : Puissance mise a absorbé

PMD : Puissance mise a déposition

SDA : la Société de distribution de l'électricité et du gaz d'Alger

SDE : Société de Distribution d'électricité et de gaz de l'Est

SDO : Société de Distribution d'électricité et de gaz de l'Ouest

SDC : la Société algérienne de distribution de l'électricité et du gaz

CREG : commission de régulation de l'électricité et du gaz

TRS : Transformateur secondaire

Introduction générale

Le coût de l'énergie dans l'exploitation des unités industrielles représente une charge de plus en plus importante. La recherche des méthodes et moyens qui permettent de maîtriser cette tendance par la réduction des coûts, l'optimisation du fonctionnement, le suivi de la facturation et le contrôle des conditions de fourniture d'énergie doit être un souci permanent du dirigeant de l'entreprise.

L'audit énergétique est ainsi reconnu comme une méthode efficace d'investigations confiées à des intervenants non concernés par les contraintes quotidiennes d'exploitation et de production et qui, grâce à un « regard neuf » et une compétence soutenue par une méthodologie d'analyse, donnent ainsi la possibilité au gestionnaire d'avoir les éléments de décision nécessaires dans le domaine de la maîtrise de l'énergie.

Cette maîtrise ne s'exprime pas seulement en termes d'économie d'énergie, elle implique également l'organisation du travail, le suivi des consommations et la mise en œuvre d'une gestion rationnelle de l'énergie. De par l'expérience acquise, il s'avère que dans les unités de production, la gestion de l'énergie est rarement mise en application, non pas faute de volonté de la part des gestionnaires, mais surtout par absence d'outils adéquats, aptes à donner une image claire des quantités et des modes de production, de transformation, d'achat et de consommation d'énergie.

En fait, il n'est plus suffisant de connaître les quantités d'énergie produites ou utilisées mais il est impératif de se donner les moyens nécessaires afin de pouvoir déterminer la manière la plus rationnelle dont cette énergie est mise à disposition et utilisée. Les informations mises à disposition, leur fiabilité et les démarches qu'entamera au station de sonatrach de laghouat, sont autant de paramètres nécessaires à la réussite de l'étude et à la mise en place des mesures qui seront définies.

Cette étude énergétique a permis d'apercevoir un potentiel d'économie d'énergie au niveau du station de sonatrach de laghouat.

Ce potentiel peut être réparti en trois catégories :

- Tarification et gestion des contrats de fourniture, cette catégorie d'actions est beaucoup plus intéressante car ne nécessitant presque pas d'investissement et dont l'effet est immédiat
- De type organisationnel
- Des actions qui nécessitent des investissements plus au moins importants mais dont la rentabilité est avérée. Cette catégorie d'action concerne l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations par l'amélioration du système de comptage et l'installation de nouveaux équipements.

CHAPITRE I

Chapitre I Etudes bibliographiques sur l'énergie électrique

I.1 Introduction :

L'énergie est au cœur du développement économique et social des territoires. Elle conditionne le développement de toute activité humaine. Au carrefour de nombreux enjeux socio-économiques, environnementaux, urbanistiques et paysagers, cette problématique doit être traitée avec cohérence et au niveau territorial adapté. Au-delà des différences entre pays centralisés et pays décentralisés, le développement des politiques territoriales de l'énergie a été facilité par l'arrivée à maturité des technologies permettant de décentraliser la production (cogénération) et de valoriser au niveau local des ressources énergétiques renouvelables (biomasse, éolien, photovoltaïque, etc.). La contrainte du changement climatique et les tensions sur le marché des énergies fossiles ont ainsi donné à la maîtrise de l'énergie (sobriété, efficacité énergétique et énergies renouvelables), activité par nature territoriale et locale, une forte légitimité. L'échelon territorial s'impose comme une composante indispensable et prioritaire d'une politique énergétique nationale et européenne durable.

I.2 Gaspillage énergétique :

Au 20^{ème} siècle, la population mondiale a été multipliée par quatre, il y avait 1,6 milliard de personnes sur Terre en 1900 et 7.7 milliards en l'an 2000. Dans le même temps, la consommation d'énergie a été multipliée par... vingt ! Or, aujourd'hui, les besoins énergétiques de l'Humanité sont couverts en très grande partie par les énergies fossiles (80%) qui sont polluantes. Le gaspillage énergétique compte pour une part non négligeable de l'empreinte écologique. Il a des conséquences collatérales, dont l'émission de déchets (parfois toxiques), de pollution lumineuse, de nombreux polluants et de gaz à effet de serre, ce qui se traduit par une contribution au réchauffement planétaire ou des pollutions thermiques locales. La responsabilité sociale et environnementale et toutes les approches et gouvernances fondées sur le développement durable cherchent à diminuer les gaspillages d'énergie. Des gouvernements tels que le gouvernement Algérien.

I.3 Maîtrise de l'énergie selon la loi Algérie :

La Loi n° 99-09 du 15 Rabiea Elthani 1420 correspondant au 28 Juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie ; page N04 Journal officiel de la république algérienne N51 le 02 Aout 1990. La maîtrise de l'énergie vise à orienter la demande d'énergie vers une plus grande efficacité du système de consommation, à travers un modèle de consommation énergétique nationale, dans le cadre de la politique énergétique nationale. L'objectif de Ces modèle de consommation énergétique nationale est de améliorer le cadre de vie d'usage énergie de la production à la consommation par efficacité

énergétique à travers la mise en œuvre de la réglementation portant notamment sur

- ✓ La réglementation thermique dans les bâtiments neufs;
- ✓ L'audit énergétique des établissements grands consommateurs;
- ✓ La classification d'efficacité énergétique des appareils à usage domestique;
- ✓ Les modalités d'organisation et d'exercice du contrôle d'efficacité énergétique;
- ✓ L'étiquetage énergétique.

I.4 Maîtrise des risques technologiques et environnementaux :

Une augmentation brutale des besoins en énergie est apparue, celle-ci ne cessait de croître de façon explosive sous l'effet conjoint de l'augmentation de la population et du développement industriel. Ce qui conduirait dans un proche avenir, à un épuisement des ressources énergétiques fossiles non renouvelables et à une dégradation de l'environnement .Notre système énergétique présente des risques non négligeables pour l'homme et son environnement. Marées noires, explosions minières, accidents nucléaires,...etc de nombreuses catastrophes directement liées à notre consommation d'énergie sont survenues à travers le monde depuis le début de l'ère industrielle. Au niveau mondial, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dues à l'énergie en 2017 sont estimées par l'AIE à 32 840 Mt, en progression de 112 % depuis 1973, dont 44,2 % produites par le charbon, 34,6 % par le pétrole et 20,5 % par le gaz naturel dans le cadre des négociations internationales sur le climat, tous les pays se sont engagés à maintenir la hausse des températures en deçà de +2 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Pour aboutir à ce résultat, il faut globalement s'abstenir d'extraire un tiers des réserves de pétrole, la moitié des réserves de gaz et plus de 80 % du charbon disponibles dans le sous-sol mondial, d'ici à 2050. Selon l'AIE, les engagements individuels des pays à la Conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques (COP21) sont largement insuffisants : ils ne feraient que ralentir la progression des émissions de CO₂ et mèneraient à une hausse des températures de +2,7 °C en 2100. Nous sommes alors contraints de faire la recherche d'autres ressources d'énergie. De préférence, nous nous orientons vers la recherche de ressources énergétiques qui soient durables telle que les énergies renouvelables.

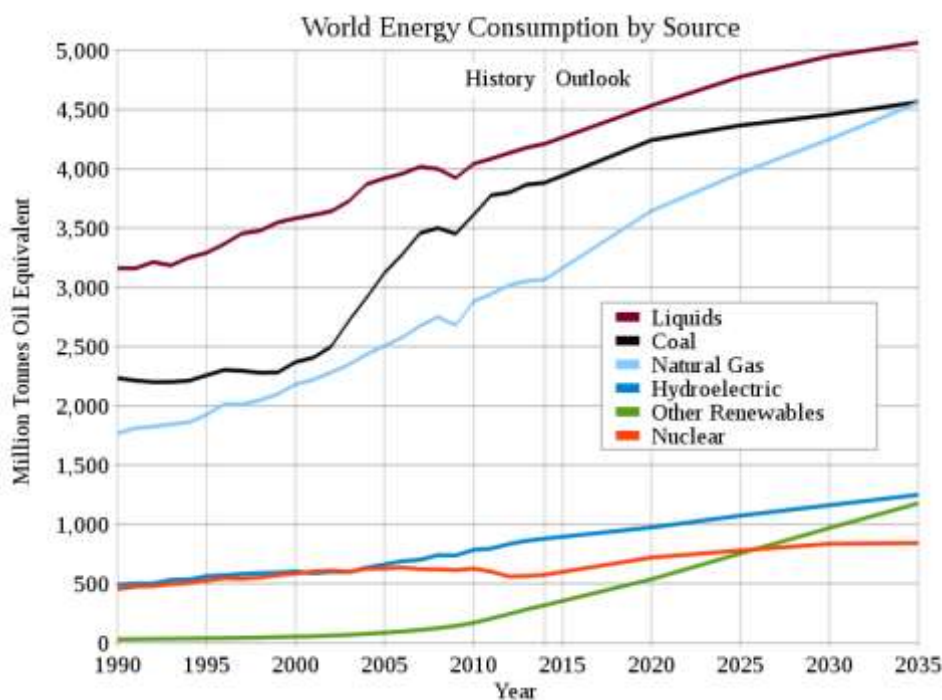


Figure I.1: Consommation totale de différentes énergies excite sur le monde.(https://fr.wikipedia.org/wiki/Ressources_et_consommation_%C3%A9nerg%C3%A9tiques_mondiales)

- Mtep (mégatonne équivalent pétrole) : pour comparer les différentes sources d'énergie, on utilise l'équivalence pétrole, qui est l'énergie la plus utilisée. 1 Mtep = 1 000 000 tonnes équivalent pétrole (tep). Fin 2013, la capacité installée de production d'électricité a atteint 15,1 GW. Il s'agit d'une augmentation d'environ 18% par rapport 2012 et en raison de l'installation et du démarrage de nouvelles centrales électriques.

Entre 2001 et 2013, la production d'électricité est passée de 26 250 GWh à 57 397 GWh. La principale source de production d'électricité est le gaz avec un pourcentage relatif par rapport à la quantité totale produite de plus de 92%. Bien qu'il existe d'autres sources d'électricité, à savoir le pétrole et l'hydroélectricité, celles-ci ne jouent qu'un rôle mineur.

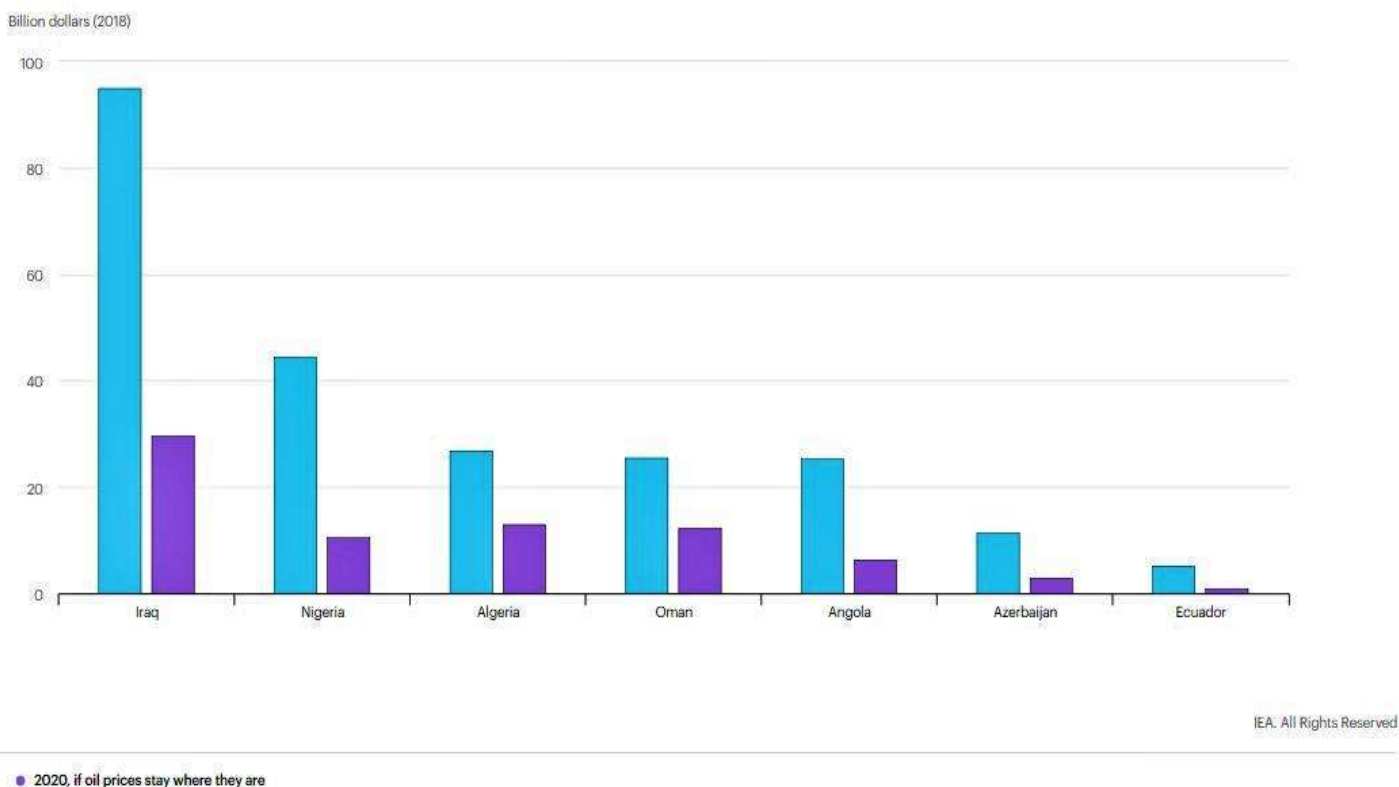


Figure I.2 : Revenu net des produits pétroliers dans certaines économies de producteurs, si les prix du pétrole restent où ils sont, 2019-20. (<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/net-income-in-oil-product-in-selected-producer-economies-if-oil-prices-stay-where-they-are-2019-20>)

I.5 L'efficacité énergétique :

L'efficacité énergétique est devenue au fil des années une préoccupation majeure des politiques énergétiques et climatiques. Nous faisons en effet aujourd'hui face à trois défis principaux : le réchauffement climatique, la crise énergétique et le développement durable. La demande mondiale d'énergie devrait logiquement doubler d'ici 2050. Donc, l'efficacité énergétique est la quantification de la « consommation » d'énergie pour assurer un service, avec l'idée de la minimiser grâce à des technologies plus efficaces, sans toutefois provoquer une diminution du niveau de confort ou de qualité de ce service. On entend par efficacité énergétique électrique la réduction des puissances et des énergies demandées au système électrique sans que cela n'affecte les activités normales réalisées dans les immeubles, industries ou dans tout processus de transformation. En outre, une installation électriquement efficace permet son optimisation technique et économique. Autrement dit, la réduction de ses coûts techniques et économiques d'exploitation.

En définitive, une étude d'épargne et d'efficacité énergétique comporte trois points essentiels :

- ✓ Contribuer à la durabilité du système et de l'environnement moyennant la réduction d'émissions de CO₂ en réduisant la demande d'énergie.

-
- ✓ Améliorer la gestion technique des installations en augmentant leur rendement et en évitant les arrêts de processus et de pannes.
 - ✓ Réduction, tant du coût économique de l'énergie que de l'exploitation des installations.

I.6 Les énergies renouvelables, piliers du développement énergétique durable :

Les principes sur lesquels devaient reposer les politiques et stratégies visant un développement énergétique durable sont :

- ✓ la réduction de la consommation totale d'énergie
- ✓ la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
- ✓ l'efficacité énergétique structurelle (étant donné que les gains d'efficacité technologiques sont souvent annulés par l'augmentation de certaines activités économiques: par exemple, l'efficacité des véhicules automobiles est annulée par l'étalement urbain).
- ✓ le remplacement des ressources énergétiques non renouvelables par des ressources renouvelables (compte tenu des nombreux impacts environnements à long terme des combustibles fossiles de leurs effets sur les générations futures).

La transition vers le développement énergétique durable sera incontestablement un des grands défis du XXI siècle. Un défi qui ne pourra être remporté que si la transition vers des énergies propres et renouvelables est largement soutenue par des politiques publiques cohérentes.

Dans cette nouvelle perspective, développer les ressources renouvelables devient beaucoup plus qu'une simple question économique (réaliser des projets, car leurs bénéfices dépassent leurs coûts), environnementale (diminuer la pollution et permettre de conserver plus longtemps les ressources non renouvelables) et sociale (répondre aux besoins de bientôt neuf (09) milliards d'habitants de manière écologiquement soutenable tout en partageant les bénéfices des projets avec les populations qui en permettent la réalisation).



Figure I.3 : Plusieurs sources énergies renouvelables en Algérie

(<https://www.cder.dz/spip.php?article4179>)

I.7 Les différentes énergies renouvelables qui s’offrent à nous :

I.7.1 Énergie solaire :

Ce type d’énergie renouvelable est issu directement de la captation du rayonnement solaire. On utilise des capteurs spécifiques afin d’absorber l’énergie des rayons du soleil et de la rediffuser selon deux principaux modes de fonctionnement :

- ✓ Solaire photovoltaïque (panneaux solaires photovoltaïques) : l’énergie solaire est captée en vue de la production d’électricité.
- ✓ Solaire thermique (chauffe-eau solaire, chauffage, panneaux solaires thermiques) : la chaleur des rayons solaires est captée et rediffusée, et plus rarement sert à produire de l’électricité.

I.7.1.1 L’énergie solaire photovoltaïque (PV) :

Le terme « photovoltaïque » peut désigner le phénomène physique découvert par Alexandre Edmond Becquerel en 1839, ou la technique associée. L’intérêt de cette technique est de convertir l’énergie du soleil directement en électricité.

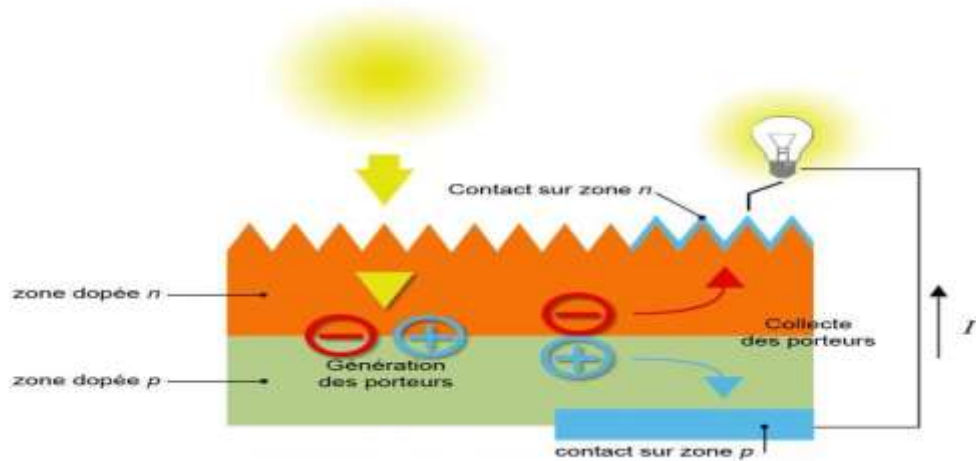


Figure I.4: Principe de fonctionnement PV(<https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/developpement-durable-cellules-photovoltaiques-coeur-panneaux-solaires-1688/page/5/>)

L'énergie solaire photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire dans une cellule photovoltaïque. Ce phénomène est basé sur le comportement des matériaux semi-conducteurs lorsqu'ils reçoivent un rayonnement solaire. En effet, lorsque les photons de la lumière du soleil rentrent en contact avec ces matériaux particuliers, ils transmettent leur énergie aux électrons des semi-conducteurs qui génèrent alors une tension électrique. Le matériau semi-conducteur le plus massivement employé à l'heure actuelle par les fabricants de modules photovoltaïques demeure le silicium.

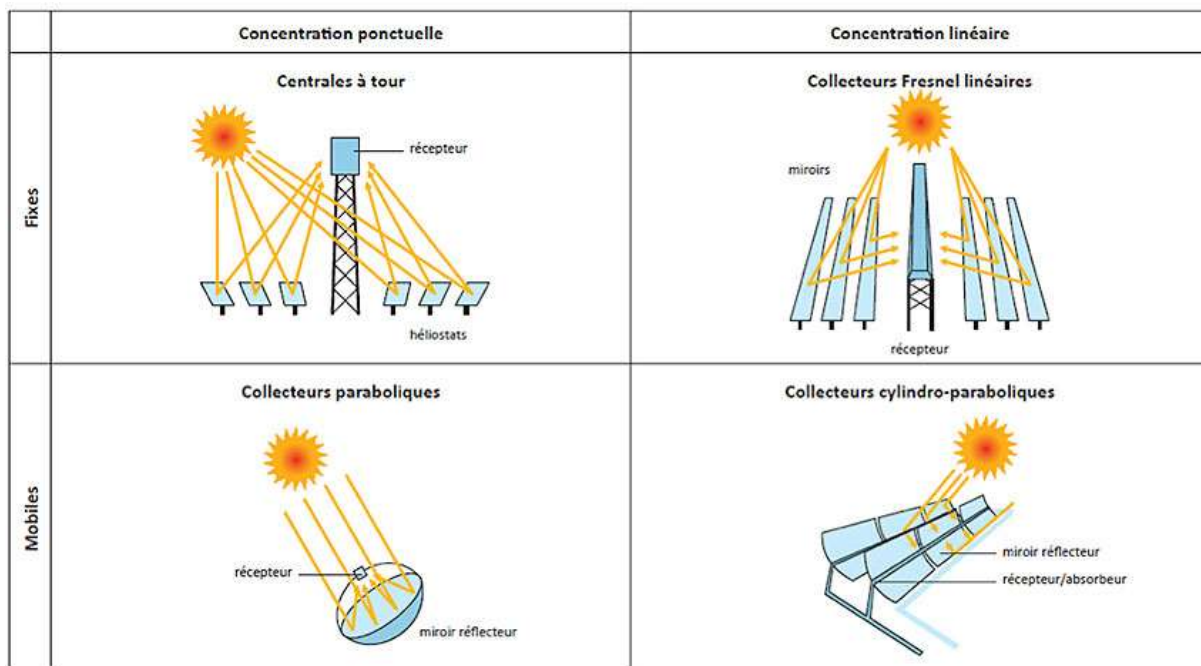


Figure I.6 : Différents types de concentration pour énergie solaire thermique(<https://www.encyclopedie-energie.org/solaire-thermique-les-technologies-et-leurs-trajectoires/>)

I.7.1.2 l'énergie solaire thermique :

L'énergie solaire thermique consiste en la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique, dans le but d'échauffer un fluide (liquide ou gaz). L'énergie reçue par le fluide peut être ensuite utilisée directement (eau chaude sanitaire, chauffage, etc.) ou indirectement (production de vapeur d'eau pour entraîner des alternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique).

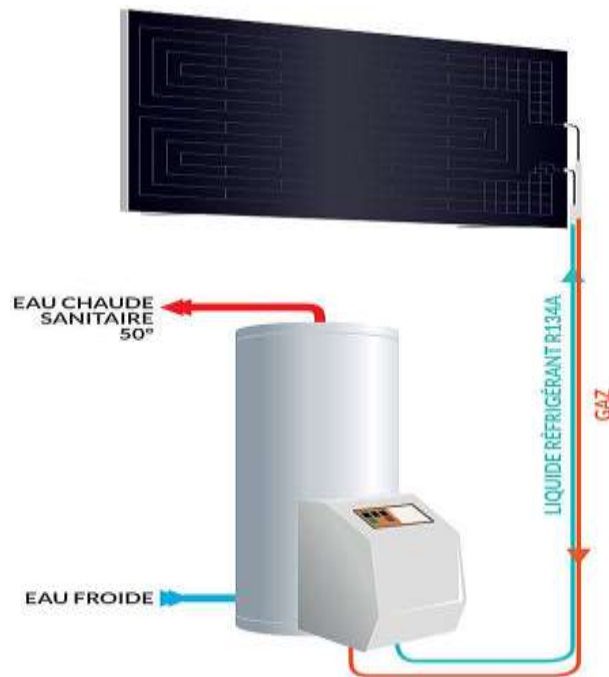


Figure I.5 : Echauffement l'eau sanitaire par panneau solaire (<https://conseils-thermiques.org/contenu/panneau-solaire-hybride.php>)

I.7.1.3 Potentiel de l'énergie solaire en Algérie :

L'Algérie est en effet l'un des plus importants gisements d'énergie solaire au monde avec une durée d'insolation de 2.000 à 3.900 heures par an répartie entre les hauts plateaux et Sahara et une irradiation variant entre 4 et 7 kWh/m²/jour, soit l'équivalent de 10 fois la consommation mondiale.

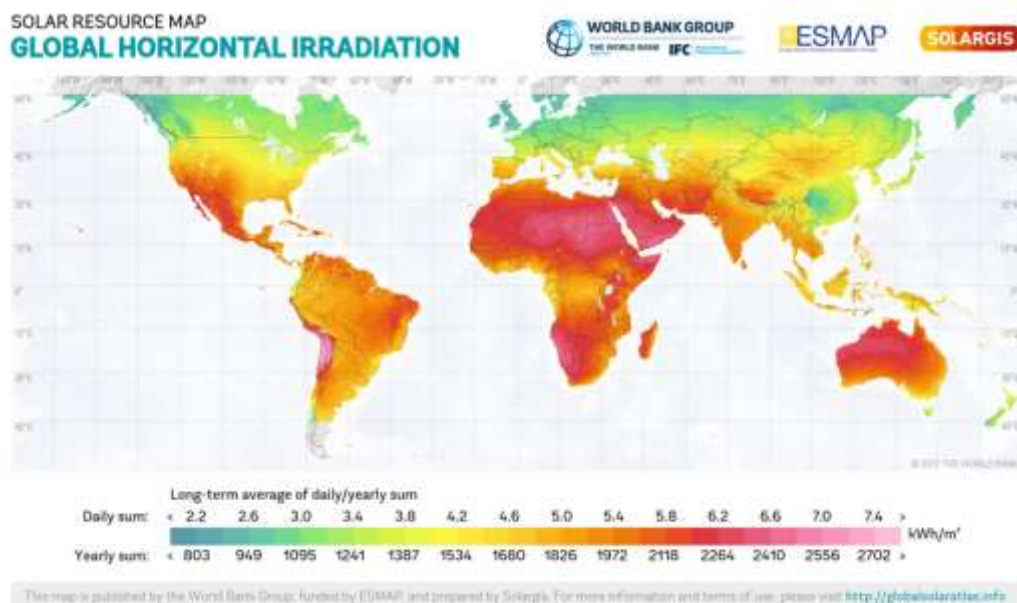


Figure I.7 : Carte mondiale de l'irradiation solaire globale
(https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Global_Map_of_Global_Horizontal_Radiation.png)

I.7.2 L'énergie éolienne :

L'énergie du vent ou énergie éolienne est l'énergie cinétique des masses d'air en mouvement autour du globe, est une forme indirecte de l'énergie solaire, les rayons solaires absorbés dans l'atmosphère entraînent des différences de température et de pression. De ce fait les masses d'air se mettent en mouvement et accumulent de l'énergie cinétique. La production mondiale d'électricité atteignait 4,4 % en 2017 et est estimée à 5,3 % en 2019. Les principaux pays producteurs sont la Chine (31 % du total mondial en 2018), les États-Unis (23 %) et l'Allemagne (9 %).

Ces éoliennes peuvent être classées selon la position de l'axe de leur rotor :

I.7.2.1 Éoliennes à axe horizontal :

Cette éolienne capte le vent grâce à des pales assemblées sous forme d'hélice. Ces pâles tournent autour d'un mât qui se situe horizontalement par rapport au sol, ce qui explique le nom de cette éolienne. Dans ce type d'éolienne, la force des hélices en rotation permet d'actionner un générateur qui est situé sur le haut de l'éolienne. Le grand avantage de cette éolienne est son rendement, notamment quand elle comprend un système d'orientation des pâles en fonction du vent. Ces éoliennes sont également jugées plus solides et engendrent de faibles coûts d'entretien. L'inconvénient principal de ces éoliennes est le bruit qu'elles engendrent. De plus, la complexité d'installation en fonction de la hauteur du mât est à prendre en compte au moment d'opter pour ce mécanisme. La plupart des éoliennes sont des éoliennes tripales (3 pales orientables) à axe horizontal. Ce choix s'explique essentiellement par un compromis entre le rendement de l'éolienne et ses coûts de fabrication.

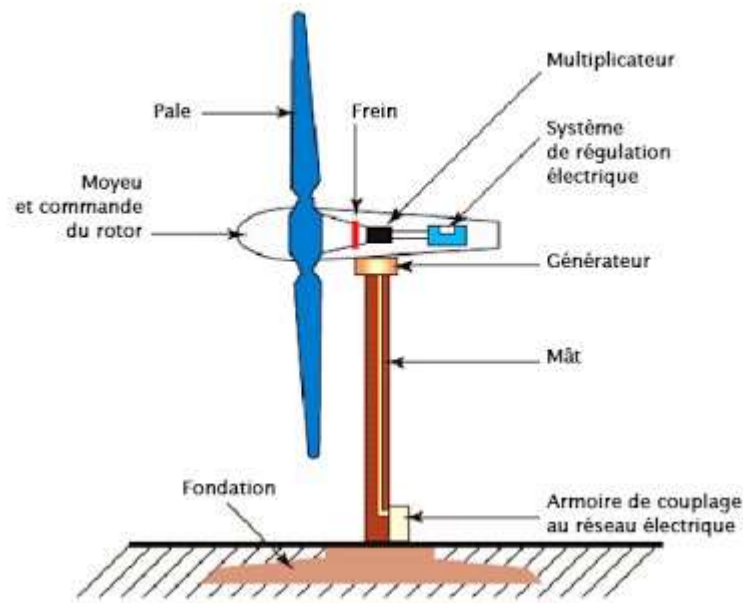


Figure I.8 : Les différents composants d'éolienne à axe horizontal (<http://energie-renouvelable11.e-monsite.com/pages/en-ce-qui-concerne-les-eoliennes/schema-recapitulatif.html>)

I.7.2.2 éoliennes à axe verticale :

a. L'éolienne Darrieus :

L'éolienne Darrieus est une éolienne qui se base sur un rotor en H, cylindrique ou hélicoïdale, qui tourne autour d'une tige fixe. Ce type d'éolienne verticale a de nombreux avantages dont celui de pouvoir être installé dans des endroits très éventés et de faire très peu de bruit comparé aux autres éoliennes du marché. L'inconvénient de ce type d'éolienne est d'avoir besoin d'un vent relativement fort pour commencer à tourner et donc à produire de l'énergie.

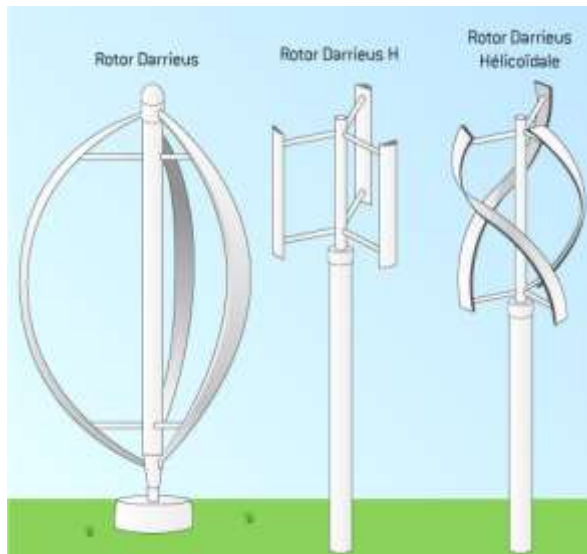


Figure I.9 : Les différentes éoliennes Darrieus (<https://www.pinterest.fr/pin/689121180453296370/>)

b. L'éolienne Savonius :

Ce type d'éolienne a l'avantage d'être particulièrement simple à installer car peu encombrante. Le principe consiste à ce que deux demi-cylindres tournent, s'entraînant l'un et l'autre, et ce même avec un vent très léger et Son rendement est plus faible.



Figure I.10 : Eolienne Savonius (<http://solutions-alternatives.org/base-de-connaissances/eolienne-savonius/>)

I.7.2.3 Potentiel de l'énergie éolienne en Algérie :

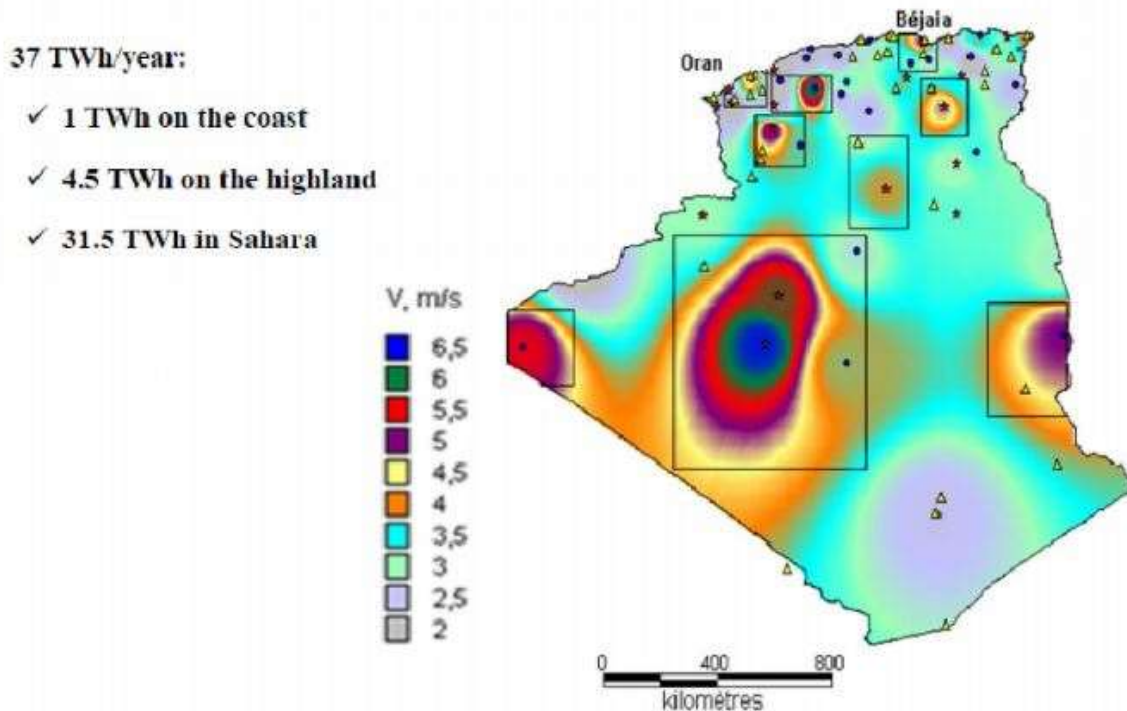


Figure I.11 : Carte de la vitesse de vent dans plusieurs zones en Algérie (source CDER).
(<https://www.cder.dz/spip.php?article3568>)

I.7.3 L'énergie hydraulique :

L'hydroélectricité ou énergie hydroélectrique exploite l'énergie potentielle des flux d'eau (fleuves, rivières, chutes d'eau, courants marins, etc.). Ce type d'énergie est le plus souvent fourni par les chutes d'eau provoquées par l'ouverture des vannes d'un barrage fermant un réservoir d'eau. L'eau descend jusqu'à l'usine le long de conduites forcées : à sa sortie elle possède une grande énergie, due à sa perte d'altitude, qui fait tourner l'immense roue d'une turbine. Celle-ci entraîne un alternateur, qui produit du courant électrique.

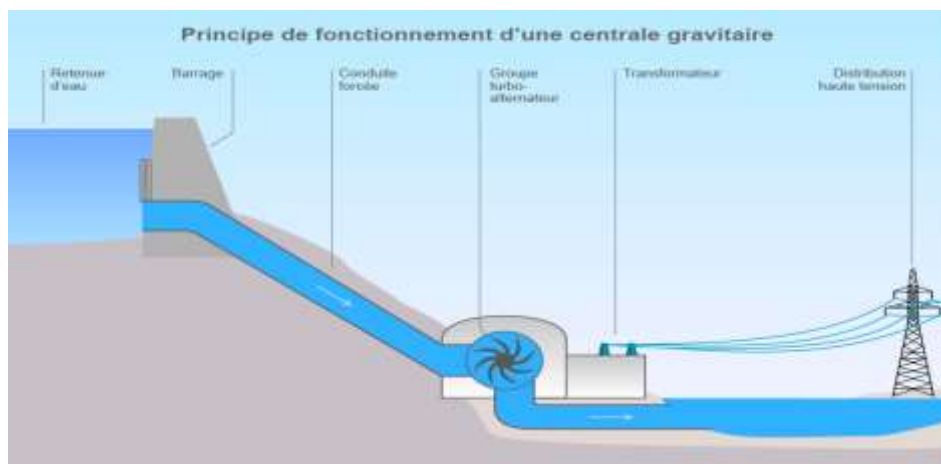


Figure I.12 : Principe de fonctionnement d'une centrale gravitaire
(<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite>)

I.7.3.1 Potentiel de l'énergie hydraulique en Algérie :

Pour l'ensemble de la période 1971-2015, on enregistre une moyenne annuelle de 3,67. Le changement enregistré entre la première et la dernière année est de 99 %. C'est en 1973 qu'on enregistre la valeur la plus élevée (26,8) et c'est en 2002 qu'on enregistre la valeur la plus basse (0,21).

Production d'électricité - hydroélectricité (% de la production totale), Algérie

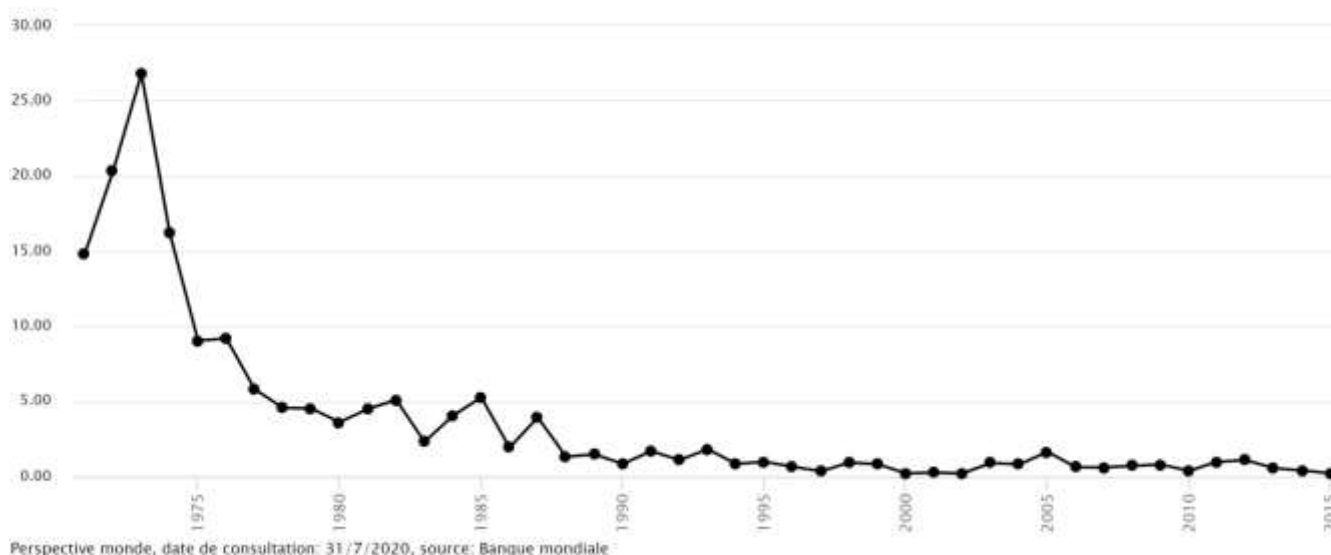


Figure I.12 : Pourcentage de production de l'électricité dont la source est l'énergie hydroélectrique.

(<https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/tend/DZA/fr/EG.ELC.HYRO.ZS.html>)

Mais, Il existe un projet de coopération entre l'Algérie et le Canada concernant les ressources renouvelables. En effet, le ministre des ressources en eau et de l'environnement, et Isabelle Roy (l'ambassadrice du Canada a Alger) ont eu une audience au siège du ministère pour traiter de la collaboration sur plusieurs projets liés à l'eau. L'enjeu est de former les Algériens (grâce à l'aide des canadiens) l'année 2017.

I.7.4 L'énergie géothermique :

L'énergie géothermique est une source d'énergie renouvelable qui est obtenue à partir de la chaleur du sous-sol. Cette énergie thermique peut être obtenue sans la combustion de combustibles fossiles ou de tout autre matériau. C'est une forme d'énergie propre sans émission de dioxyde de carbone.

La température dans les couches internes de la Terre reste constante pendant les différentes saisons de l'année. Les couches internes de la croûte terrestre sont plus chaudes que la surface en hiver et plus fraîches en été.

- **Dans une maison ou un immeuble :**

L'un des avantages de la géothermie est qu'elle peut être utilisée pour le chauffage en hiver et le refroidissement en été avec une efficacité énergétique élevée. Une autre option pour une maison consiste à obtenir de l'eau chaude sanitaire ou des systèmes de chauffage.

- **Dans une centrale géothermique :**

L'eau naturellement chaude peut également être utilisée pour produire de la vapeur et alimenter une turbine à vapeur. De cette façon, l'énergie géothermique est transformée en énergie mécanique (énergie cinétique). L'énergie mécanique peut être utilisée pour déplacer des machines, ou pour la transformer en énergie électrique: l'électricité.

I.7.4.1 Potentiel de l'énergie géothermique en Algérie :

Près de 240 sources ont été inventoriées et elles sont réparties à travers tout le territoire Algérien, majoritaires au Nord-Est. Parmi les plus importantes, nous pouvons citer Hammam Meskoutine (98 °C) à Guelma, Hammam Boutaleb (52 °C) à Sétif et Hammam Bouhanifia (66 °C) à Mascara.



Figure I.12 : Carte représente les sources des nappes d'eau chaude aux territoires Algériens.
(https://www.cder.dz/download/Art9-4_7.pdf)

I.7.5 L'énergie biomasse :

L'énergie biomasse est la forme d'énergie la plus ancienne utilisée par l'homme depuis la découverte du feu à la préhistoire, au fil des siècles, les techniques se sont perfectionnées pour que cette dernière permette de fabriquer non seulement de la chaleur, mais aussi de l'électricité et du carburant, grâce à la combustion de matières diverses, qu'il s'agisse de déchets végétaux agricoles ou industriels.

- **Les types de biomasse :**

La biomasse est utilisée comme source d'énergie, mais également pour l'alimentation, la fabrication de maisons ou de meubles. En matière d'énergie, on utilise deux types de biomasse.

- **La biomasse sèche**

Il s'agit de végétaux dont nous utilisons les sous-produits, principalement les écorces et le bois. Ils sont utilisés comme combustibles. Il est aujourd'hui possible, dans des installations spécifiques, de les transformer en gaz afin d'atteindre un meilleur rendement énergétique.

- **La biomasse humide**

Ce sont tous les déchets organiques mouillés. Déchets verts frais, déchets ménagers, effluents d'élevage et déchets de l'industrie agroalimentaire. Ils sont utilisés pour la biométhanisation. Placés dans des digesteurs, les déchets produisent un gaz riche en méthane et à haute valeur énergétique.

Les avantages de l'énergie biomasse sont nombreux. Au niveau global, la biomasse, qui aide à la gestion des déchets solides, peut réduire la dépendance du pays au pétrole ou au gaz en étant transformée en différentes sources d'énergie. Pour les particuliers, un atout principal : sa rentabilité. Elle est également disponible partout et renouvelable à l'infini à condition d'être utilisée de façon raisonnable.

I.7.5.1 Potentiel d'énergie biomasse en Algérie :

Le potentiel algérien de la biomasse se compose de la biomasse issue des forêts environ 37 Mtep. Soit, le potentiel récupérable est de l'ordre de 10 %.

Potentiel énergétique des déchets urbains et agricoles représente un gisement de l'ordre de 1.33M tep/an, 5 M de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés.

I.8 Le plan d'action en matière d'efficacité énergétique :

A)- Isolation Thermique des Bâtiments :

En Algérie, le secteur du bâtiment est le secteur le plus énergivore. Sa consommation représente plus de 42% de la consommation finale. Les actions de maîtrise de l'énergie proposées pour ce secteur portent notamment sur l'introduction de l'isolation thermique des bâtiments qui permettront de réduire d'environ 40% la consommation d'énergie liée au chauffage et à la climatisation des logements.

B)- Développement du Chauffe-Eau Solaire:

La pénétration du chauffe-eau solaire (CES) en Algérie reste embryonnaire mais le potentiel est important. Il est prévu, dans ce sens, le développement du chauffe-eau solaire en le substituant progressivement au chauffe-eau traditionnel. L'acquisition d'un chauffe-eau solaire est soutenue par le fonds national pour la maîtrise de l'énergie (FNME).

C)- Généralisation de l'Utilisation des Lampes à Basse Consommation d'Energie:

L'objectif assigné à la stratégie d'action est l'interdiction graduelle de la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques couramment utilisées par les ménages) sur le marché national à l'horizon 2020. En parallèle, il est prévu la mise sur le marché de quelques millions de lampes à basse consommation. Par ailleurs, la production locale des lampes à basse consommation sera encouragée, notamment, par le recours au partenariat entre les producteurs locaux et étrangers.

D)- Introduction de la Performance Energétique dans l'Eclairage Public:

Le poste éclairage public est l'un des postes les plus énergivores du patrimoine des collectivités locales. Souvent, les responsables de ces collectivités sont très peu informés des possibilités d'amélioration, voire de réduction de la consommation énergétique de ce poste. Le programme de maîtrise de l'énergie dédié aux collectivités locales consiste à substituer la totalité des lampes à mercure (énergétivores) par des lampes à sodium (économiques).

E)- Promotion de l'Efficacité Energétique dans le Secteur Industriel:

Le secteur industriel représente environ le quart de la consommation énergétique finale du pays. Pour plus d'efficacité énergétique, il est prévu :

- Le cofinancement des audits énergétiques et des études de faisabilité qui permettront aux entreprises de définir avec précision les solutions technico-économiques les mieux adaptées pour réduire leur consommation énergétique ;

-
- Le cofinancement des surcoûts liés à l'introduction de l'efficacité énergétique pour les projets viables techniquement et économiquement.

F)- Introduction des Principales Techniques de Climatisation Solaire:

L'utilisation de l'énergie solaire pour la climatisation est une application à promouvoir particulièrement au sud du pays, d'autant que les besoins en froid coïncident, la plupart du temps, avec la disponibilité du rayonnement solaire (fonctionnement au fil du soleil).

Par ailleurs, le champ de capteurs solaires pourrait aussi servir à la production d'eau chaude sanitaire et au chauffage des locaux pendant la saison froide. Le rendement global de l'installation est de ce fait très intéressant.

D'ici 2013, des études seront lancées pour s'approprier et maîtriser les techniques de rafraîchissement solaire et permettront de retenir le système le mieux adapté au contexte algérien. Deux projets pilotes de climatisation par machine à absorption et par machine à adsorption porteront sur la climatisation solaire de bâtiments au sud du pays.

II.9 Conclusion :

L'énergie électrique est la forme la plus demandée par les activités humaines. Ainsi la proportion d'énergie électrique croît par rapport aux autres types d'énergies connus. Donc la gestion d'énergie est obligatoire pour éviter le gaspillage et de consommer ce que nous avons besoin. Avec les nouvelles technologies et développements sur le domaine des énergies surtout les énergies renouvelables se permettent la maîtrise de l'énergie pour une moindre consommation inutile.

CHAPITRE II

Chapitre II Caractéristiques techniques du site étudié

II.1 Introduction :

Ce chapitre mentionne les différentes stations de compression ainsi que leurs schémas unifilaire et aussi leur description du processus de fonctionnement et la description de réseau électrique

II.2 Présentation et description générale du site :

La Région Transport Ouest est l'une des régions relevant de l'Activité transport des hydrocarbures par canalisation. La Région Transport Ouest constitue un maillon important dans la chaîne de transport des hydrocarbures aussi bien au niveau national qu'international. Elle a pour missions principales: Le transport, vers le pôle ouest :

- Du gaz naturel depuis le CNDG.
- Du pétrole brut depuis le centre de stockage de Haoud El-Hamra ainsi que celui produit par les champs de production de Haoud Berkaoui, Guellala, Oued Noumer et HassiR'Mel,
- Du condensat produit par les Champs de Hassi R'Mel,
- Du gaz de pétrole liquéfié GPL produit par les champs de Hassi R'Mel ainsi que celui transporté par l'ouvrage LR1, sur l'axe Alrar / HassiR'Mel,
- Le stockage des hydrocarbures liquides (Pétrole brut et condensat), le comptage et le contrôle de la qualité des produits réceptionnés,
 - Le transfert des hydrocarbures liquides, pour exportation, vers les ports pétroliers d'Arzew et de Béthioua, et les deux (2) bouées de chargement en haute mer (SPM).
 - L'alimentation, en pétrole brut, de la Raffinerie RA1-Z,
 - L'alimentation des Complexes GP1-Z et GP2-Z en Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL),
 - L'alimentation, en gaz naturel, des Complexes industriels d'Arzew, des Centrales électrique des Hadjeret Ennous, de Terga, de Tiaret et Relizane et des distributions publiques de l'Ouest Algérien et une partie du centre du pays,
 - L'approvisionnement de l'Europe, en gaz naturel, via le MEDGAZ
- En plus de ces missions, la RTO assure:
 - L'exploitation, la maintenance et la protection du tout le réseau de transport à sa charge,
- Le suivi de la réalisation des projets d'extension, de renouvellement, de valorisation du potentiel existant.

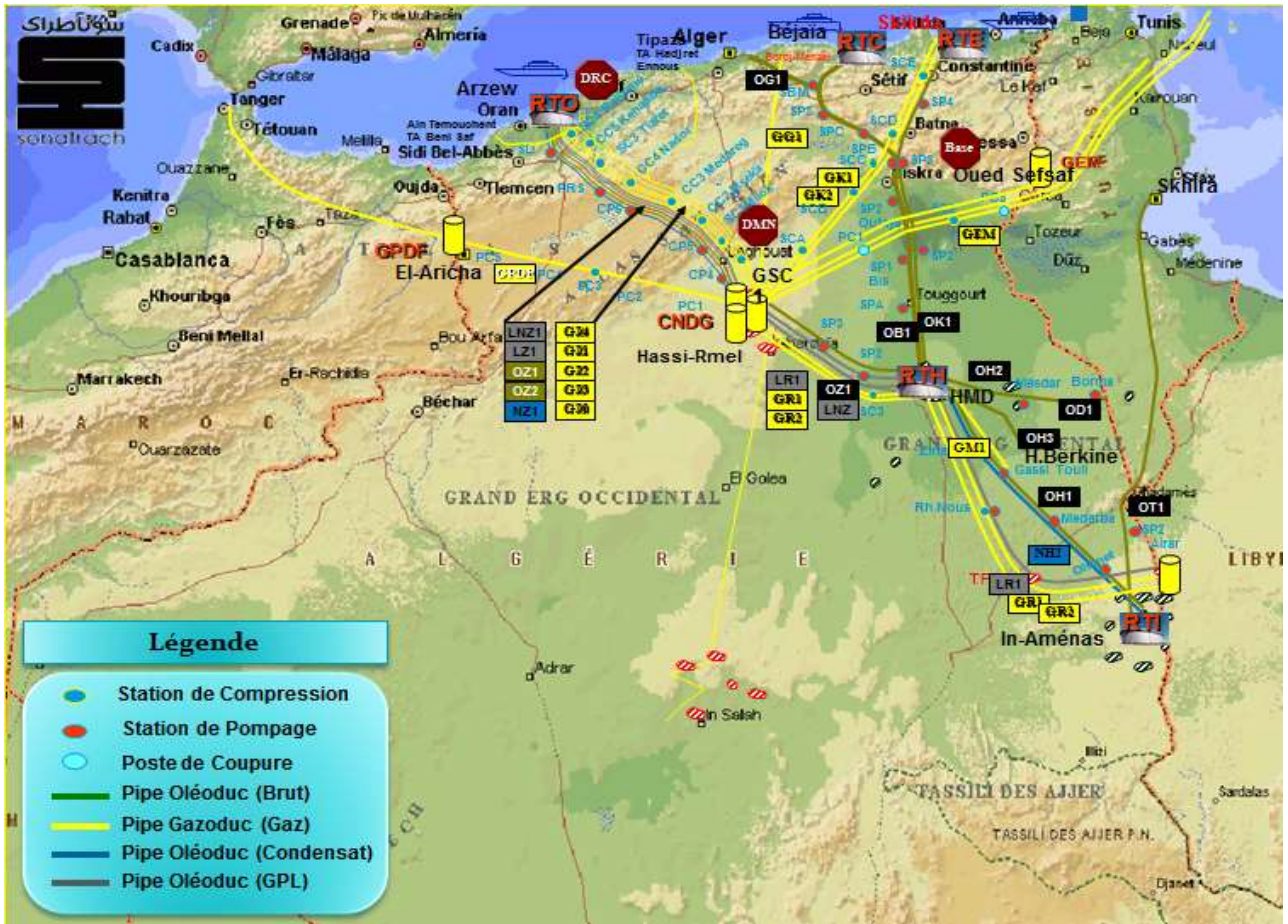


Figure II.1 : Présentation des réseaux de transport RTO.

- Les Gazoducs :

Ouvrage	Année	Longueur (Km)	Stations	Capacité réelle Cm ³ /an
GZ0 24" Hassi R'mel - Arzew	1961	509	4	1.0
GZ1 40" Hassi R'mel - Arzew	1978	507	5	13.5
GZ2 40" Hassi R'mel - Arzew	1982	511	5	12.7
GZ3 42" Hassi R'mel - Arzew	1989	510	5	14.7
GZ4 48" Hassi R'mel - Arzew	2009	518	5	10.3

Tableau II.1 : Capacité de transport.

La RTO/TRC de par son activité de transport de gaz, comporte 05 centres de compression, le personnel qui est affecté s'occupe de l'exploitation et de la maintenance des équipements des stations :

1. GSC TIMZERT ,
2. GSC M'SEKA,
3. GSC MEDARREG,
4. GSC NADOR,
5. GSC KENANDA.

II.3 Situation géographique de la station Sonatrach:

Le Groupe Stations de Compression GSC est situé à 40 Km au Sud de la Wilaya de LAGHOUAT en allant vers Hassi R'mel par la route Nationale N°1, il dépend territorialement de la commune de NACER BENCHOHRA, Daïra de KSAR EL HIRANE



Figure II.2 : Vue satellitaire du site étudié des stations Sonatrach

I.3.1 Station Sonatrach GZ1 et GZ2:

Les stations de compression GZ1/2 seront alimentés en permanent en énergie électrique à partir du Tableau général basse tension (TGBT) existant via les turboalternateurs (TA1, TA2 et TA3) d'une part et lignes moyennes tension 30kV SONELGAZ de secours d'autre part.

Le tableau général basse tension (TGBT) existant est constitué de deux jeux de barre. Un jeu de barre pour alimenter le GZ1 via un turboalternateur (TA1) de 1000 kVA et d'un transformateur 630 kVA, et l'autre jeu de barre pour alimenter le GZ2 via un turboalternateur (TA3) et d'un transformateur de 630 kVA. Le turboalternateur (TA2) restera en stand-by pour remplacer soit le (TA1) ou (TA3) en cas de défaut de l'un ou de l'autre. Les jeux barres seront réunis avec disjoncteurs coupleurs de barres.

L'alimentation principale est assurée par les turboalternateurs TA1 pour le GZ1 et TA3 pour le GZ2. En cas de défaut ou de maintenance sur l'un des deux turboalternateurs, le TA2 prendra en charge le turboalternateur en défaut. La puissance nominale d'un turboalternateur est suffisante pour couvrir la demande d'énergie.

Dans le cas de perte du réseau principal les stations GZ1 et GZ2 seront alimentées à partir du réseau Sonelgaz (alimentation secours), le démarrage automatique des moteurs électriques se fera

progressivement à condition que la consommation totale en énergie électrique ne doit pas dépasser les 909A (capacité max des transformateurs).

Les fonctions de transfert de sources seront assurées et contrôlées par des STA. Le transfert automatique sera réalisé à partir de sources indépendantes et redondantes. En cas de perte ou de disfonctionnement d'alimentation de la première le STA assurera un transfert d'une source principale vers une source secondaire, soit en mode automatique, soit en mode manuel. Voir schéma ci- dessous :

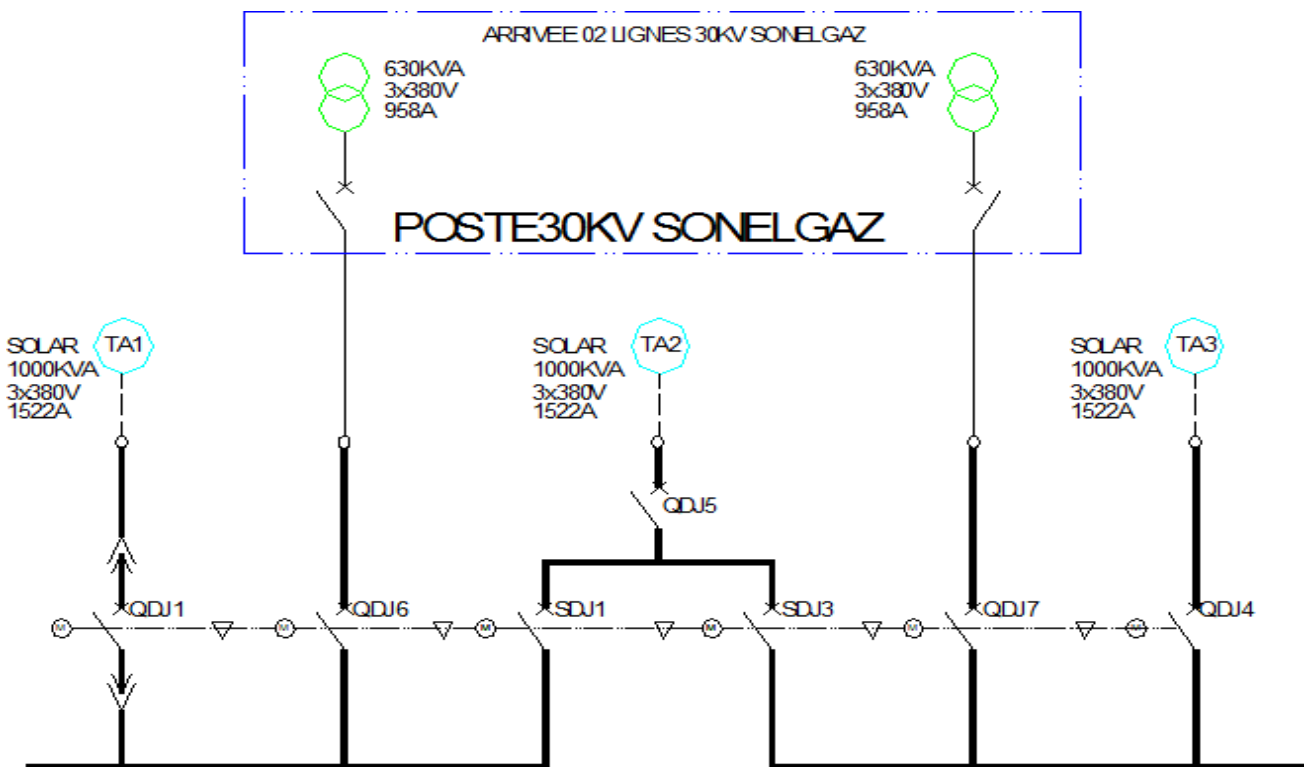


Figure II.3 : Présentation du réseau de la station GZ1/2.

I.3.2 Station Sonatrach GZ3 :

La station de compression GZ3 est alimentée en permanent en énergie électrique à partir du TGBT existant via les turboalternateurs (TA4, TA5) d'une part, est lignes moyenne tension 30kV Sonelgaz de secours d'autre part.

Le tableau général basse tension (TGBT) existant est constitué d'un seul jeu de barre alimenté par les turboalternateurs (TA4, TA5) de 1250kVA et de deux transformateurs de secours de 630 kVA. L'alimentation principale est assurée par soit par le turboalternateur TA4 ou le TA5. En cas de défaut ou de maintenance sur le turboalternateur en marche, l'autre prendra en charge le turboalternateur en défaut.

La puissance nominale d'un turboalternateur est suffisante pour couvrir la demande d'énergie. Les 02 transformateurs de secours de 630 kVA alimentant le jeu de barre GZ3 fonctionneront en

parallèle, le verrouillage existant entre les deux disjoncteurs DJ6 et DJ7 au niveau du TGBT existant GZ3 sera éliminé. Les fonctions de transfert de sources seront assurées et contrôlées par des STA.

Le transfert automatique sera réalisé à partir de sources indépendantes et redondantes. En cas de perte ou de dysfonctionnement d'alimentation de la première le STA assurera un transfert d'une source principale vers une source secondaire, soit en mode automatique, soit en mode manuel. Voir schéma ci-dessous :

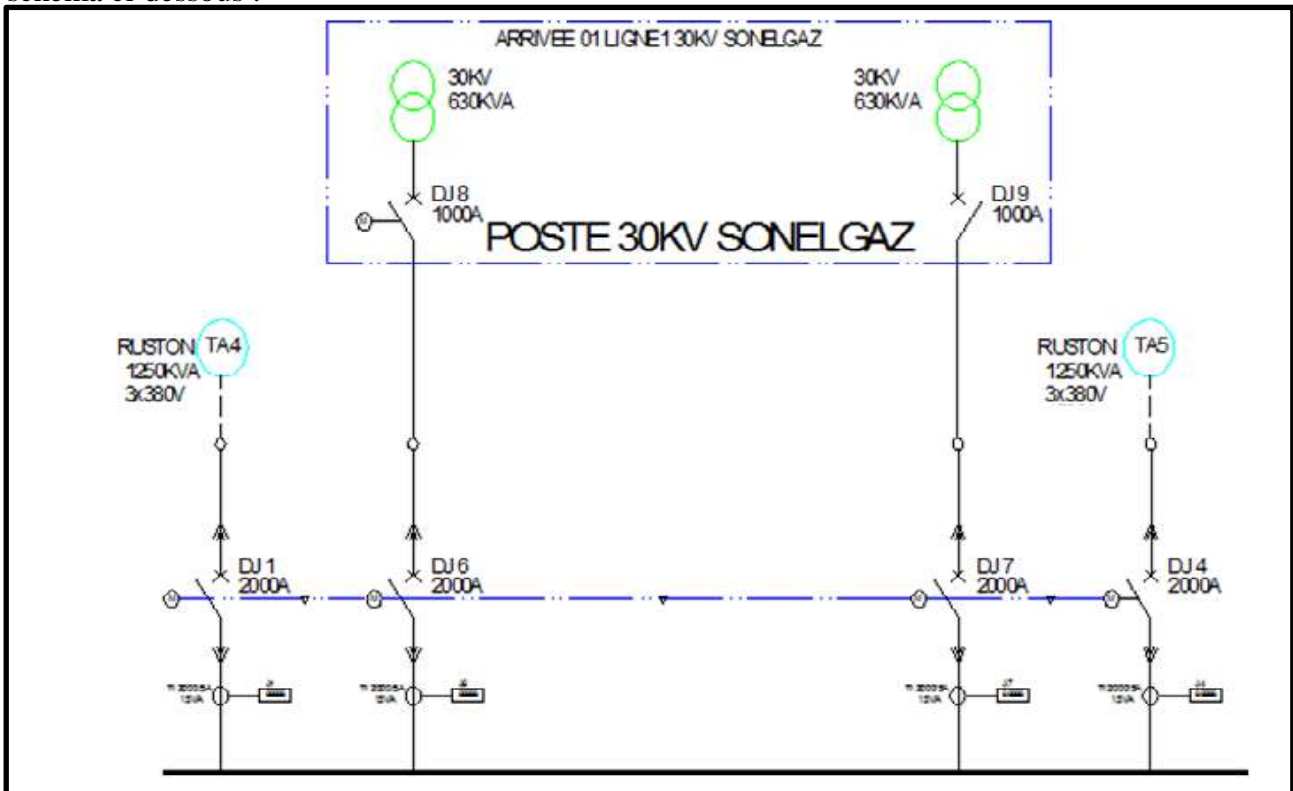
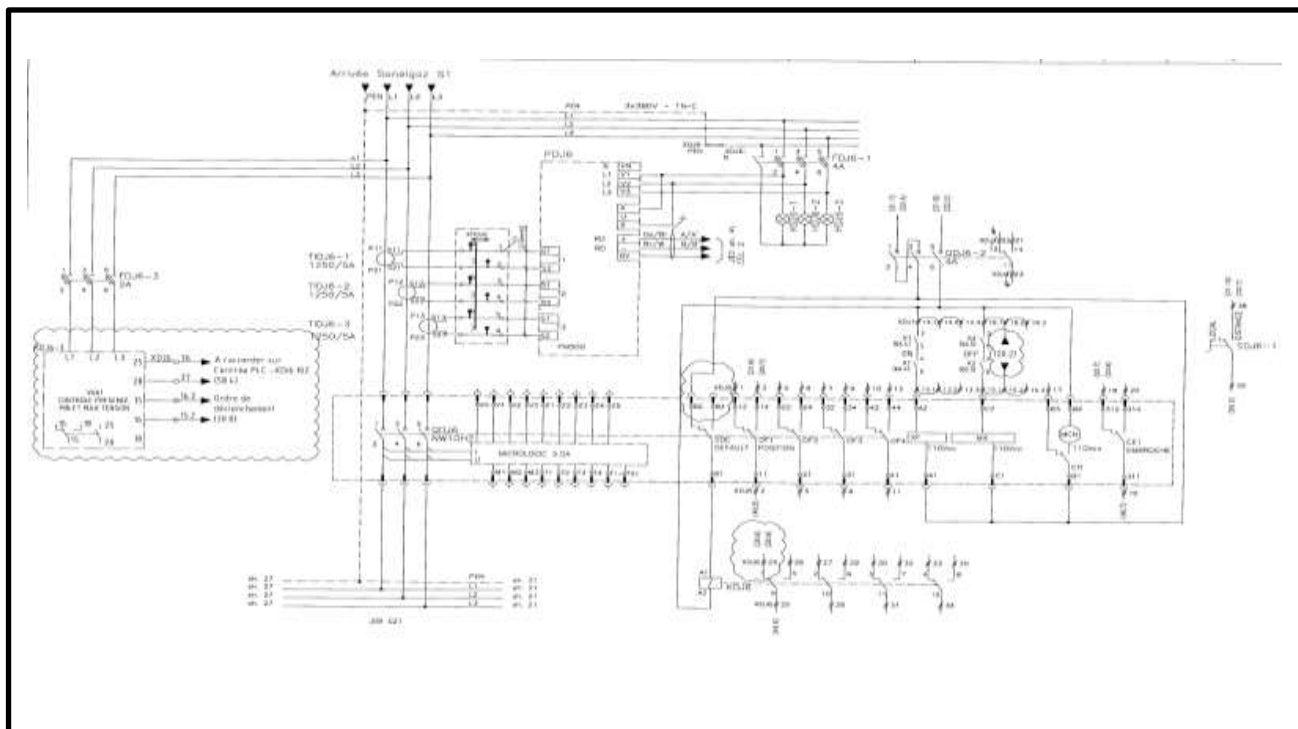


Figure II.4: Présentation du réseau d'alimentation de la station GZ3



**Figure II.5 : Schéma de principe T.G.B.T. GZ1/GZ2
Arrivée SONELGAZ**

Cellule jeu de barre BT	TGBT GZ1/2/3	SC1
Tension	380 Vac	
Courant max	1900 A	
Fréquence	50 Hz	
Icc	70 kA eff	
I Jeu de barre principal	2500 A	
Type	OKKEN/FORME 4B MG	
Année de construction	01/03/2005	
Constructeur	FABRICOM/GTI	
IP	42	

Tableau II.2 : Caractéristiques des cellules de jeu de barre BT

Paramètres des transformateurs	Stations GZ 1/2/3	Base de vie
Puissance apparente « S_n » kVA	2X630	2X630
rapport « U₁ / U₂ (V)	30000 /400	30000/400
Courant primaire I₂ (A)	909,3	909,3
Pertes cuivres « P_{CC} »(W)	8400	8400
Pertes à vide « P₀ »(W)	1300	1300
Tension de court-circuit «U_{CC}»%	4,5	4,5

Tableau II.3 : Pertes des transformateurs

II.3.3 Coordonnées géographiques :

- Longitude : 33° 45' 83''
- Latitude : 02° 54' 40''
- Pour une altitude de 840 m par rapport au niveau de la mer
- P.K:75 Km le long de la nappe de pipes

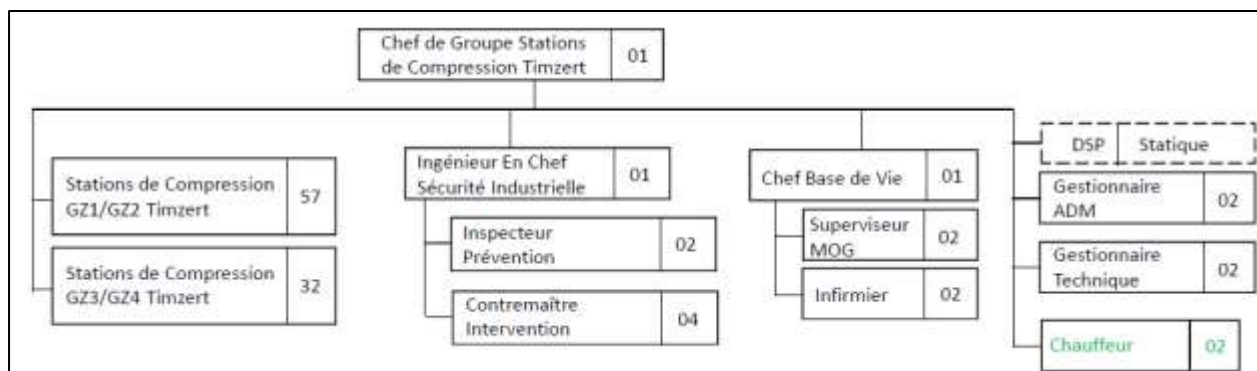


Figure II.6 : Organigramme du groupe de stations -RTO

II.3.4 Nature de l'environnement:

Zone caillouteuse soumise à des vents de sable saisonniers (Avril, Septembre).

- 40 H Stations
- Superficie de la Station Sonatrach 48 Hectares
- 08 H Base de vie

II.4 Effectifs du centre:

58 agents permanents { 46 agents exerçant le système CA
12 Agents exerçant le système 4X4 (CR)

23 Stagiaires (MSP)

35 Agents temporaires (DSP) Renforcé par un Groupement de l'ANP.

La Station Sonatrach, est un ensemble de stations de compression de gaz, dans lesquelles le gaz subit une augmentation de pression et de débit, par conséquent un accroissement du flux, identique aux autres Centres judicieusement repartis le long du profil des pipelines car répondant aux impératifs de Distances, Perte de charge de Piézométrie, la Station Sonatrach est un maillon incontournable dans la configuration de l'exploitation gaz de la région ouest RTO

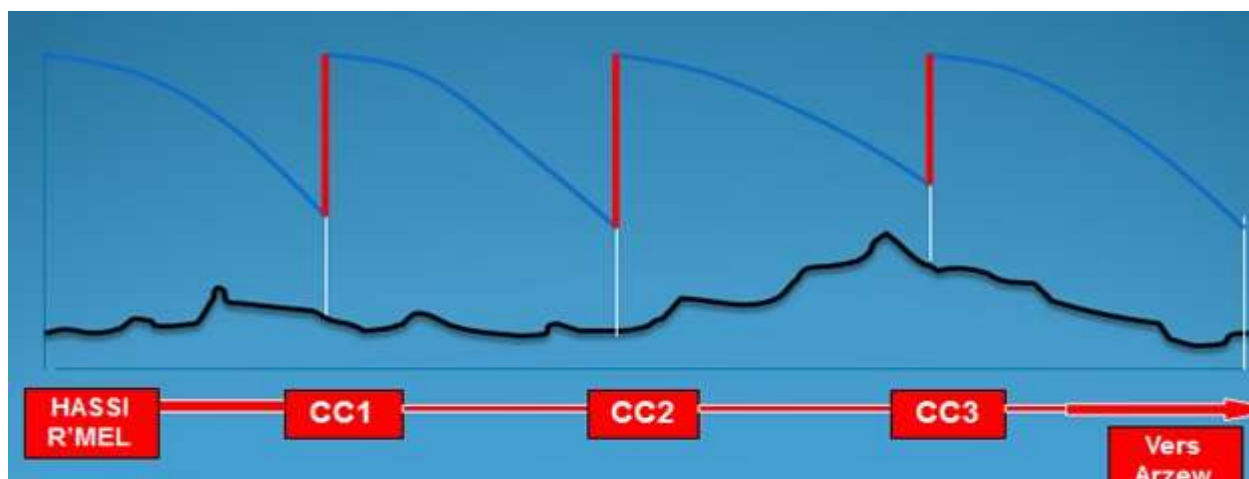


Figure II.7 : Présentation altimétrique du réseau de transport RTO.

II.5 Groupe stations Sonatrach est composé de quatre (04) sites :

Stations	Année de mise en service	État actuel
GZ 1 40'	1976	En Service
GZ 2 40'	1983	En Service
GZ 3 42'	1990	En Service
PC 01 GZ4 48'	2011	En Service (non concerné par l'audit)

Tableau II.4 : Groupe des stations Sonatrach de transport.

Stations	Nombre Turbo compresseur de Puissance (7885 kW)	Nombre Turbo Alternateur de Puissance (1000 kVA/1250kVA)	Marque Turbine / Compresseur
GZ 1 40'	04	02	GE M.S 3002 / INGERSOLL-RAND COMPANY
GZ 2 40'	03	01	AEG KANIS / COOPER-BESSEMER
GZ 3 42'	04	02	

Tableau II.5 : Les machines des stations Sonatrach de transport.

II.6 Analyse de la production des Turbo-alternateurs :

Désignations (TA)		Consommation annuelle		
		2016	2017	2018
GZ1/GZ2	TA.1	197299	246301	0
	TA.2	378370	223325	194581
	TA.3	473282	516983	0
	Total	1048951	986609	194581
GZ3	TA.4	344447	392415	324586
	TA.5	512195	464416	442463
	Total	856642	856831	767049

Tableau II.6 : Puissance active (kWh) (2016/2017/2018).

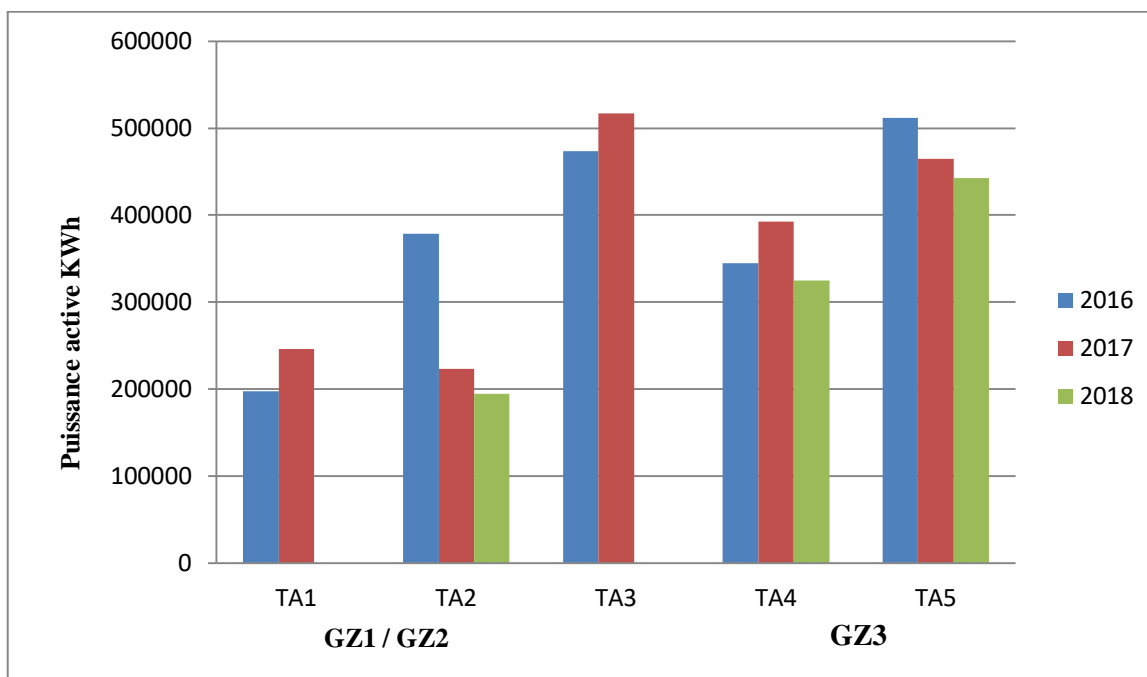


Figure II.8: Autoproduction par turboalternateur à gaz (TA) en (kWh).

		Taux annuel de la production des (TA)		
		2016	2017	2018
GZ1/ GZ2	TA.1	10,35 %	13,36 %	0,00 %
	TA.2	19,86 %	12,11 %	20,23 %
	TA.3	24,84 %	28,04 %	0,00 %
Taux Moy		18,35 %	17,84 %	20,23 %
GZ3	TA.4	18,08 %	21,29 %	33,75 %
	TA.5	26,88 %	25,19 %	46,02 %
Taux Moy		22,48 %	23,24 %	39,89 %

Tableau II.7 : Taux annuel de la production des TA.

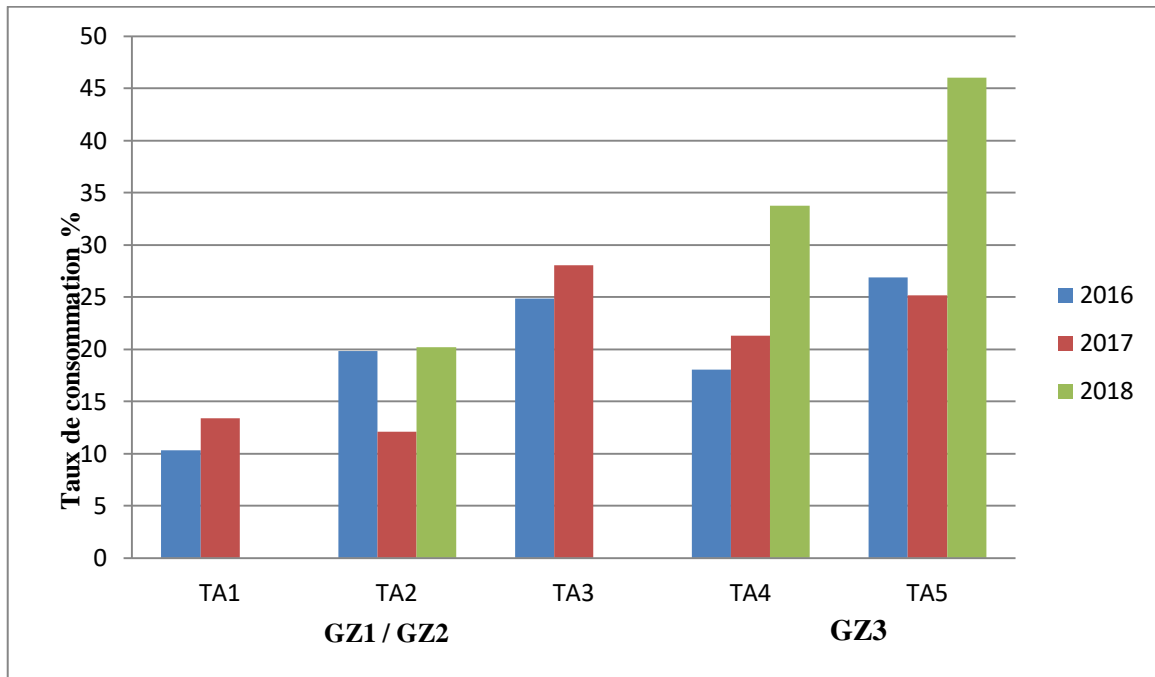


Figure II.9 : Taux annuel de la production des (TA).

En remarque que le taux de fonctionnement des cinq TA durant les trois années 2016,2017 et 2018, est déséquilibré suite à une mauvaise répartition du temps de fonctionnement pour chaque TA durant cette période.

II.6.1 Turbo-alternateurs (TA)

RUSTON 1/2 GZ3 TA4 -TA5	Taux Utilisation (%)	SOLAR 1 / 2 (GZ1 / GZ2) TA1-TA2	Taux Utilisation (%)	SOLAR 3 (GZ1 / GZ2) TA3	Taux Utilisation (%)
P = 1000 kW	16,48	P = 800 kW	23,50	P = 900 kW	0
I = 1900 A		I = 1433 A		I = 1443 A	
U = 380 V		U = 400 V		U = 400 V	
Cos Ø = 0.8		Cos Ø = 0.8		Cos Ø = 0.8	
F = 50 Hz		F = 50 Hz		F = 50 Hz	
S = 1250 kVA		S = 1000 kVA		S = 1125 kVA	
N = 1500 Tr/mn		N = 1500 Tr/mn		N = 1500 Tr/mn	
Couplage Y		Couplage Y		Couplage Y	

Tableau II.8 : Caractéristiques techniques

II.7 Equipement électrique utilisés :

Désignations	Puissance (kVA)	Tension prim/sec (V)	Courant prim/sec (A)	Couplage	Tension de court-circuit %
GZ1	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
GZ2	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
GZ3	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
	630	30kV/380V	12,1 / 909,3	Dyn11	4,5
Base de Vie	630	30kV/380V	12,12 / 909	Dyn11	6,18
	630	30kV/380V	12,12 / 909	Dyn11	6,18

Tableau II.9 : Caractéristiques des transformateurs

Equipements	Gares de racleurs GZ1/2/3	Skid gaz	Turbo Pompes (TP). GZ1/2/3	Turbo Alternateur (TA). GZ1/2/3	Unité de traitement d'eau. Base Vie	Système anti incendie.	Système STS GZ1/2/3
Total	3	3	11	5	1	4	3

Tableau II.10 : Les principaux équipements constituant la station

Désignations	Puissance (kW)	Tension (V)	Courant (A)	Charge moyenne	Type d'entraînement
pompe étanchéité	22	380	36,8	12	ACCOUPLLEMENT
séparateur inertie	2,2	380	5	5	COURROIE
Bain d'huile	0,18	380	0,5	0,5	COURROIE
Pompe à eau	15	380	31	22	ACCOUPLLEMENT
Aux lubrifications	30	380	42	42	ACCOUPLLEMENT
Ventilateur	11	380	25,4	20	COURROIE
Pompe hydraulique	3,7	380	8,3	4	ACCOUPLLEMENT
Pompe étanchéité	22	380	43	14	ACCOUPLLEMENT
Séparateur inertie	7,5	380	16	10	COURROIE
Bain d'huile	0,18	380	0,5	0,5	COURROIE
Pompe a eau	15	380	30	25	ACCOUPLLEMENT
Aux lubrifications	30	380	58	46	ACCOUPLLEMENT
Ventilateur	14	380	32,5	20	COURROIE
Pompe hydraulique	5,5	380	12	7	ACCOUPLLEMENT
Extracteur	4	380	10	8	ACCOUPLLEMENT
Pompe domestique	3	380	10	6	ACCOUPLLEMENT
Pompe jockey	4	380	7,1	6	ACCOUPLLEMENT
Pompe électrique	56	380	197	130	ACCOUPLLEMENT
Extracteur bt/ta	2,4	380	15	9	ACCOUPLLEMENT
Compresseur air	2,5	380	17	11	COURROIE
Palan roulant	4	380	8	6	ACCOUPLLEMENT
Puissance maximal appelée					318 (kW)

Tableau II.11 : Caractéristiques des machines

✓ **Variateurs de vitesse**

La station n'est pas dotée de variateurs de vitesse pour régler la vitesse des moteurs selon la charge.

II.7.1 Alimentations sans interruption (ASI)

Les charges critiques sont alimentées par :

- Un système ASI chargeurs/redresseurs/batteries 110 Vcc situé dans le shelter pour GZ1/2, et dans le bâtiment électrique existant pour GZ3.

En cas de perte de tension sur le tableau de distribution basse tension, les batteries des ensembles ASI prennent le relais en maintenant l'alimentation des charges de contrôle commande des tableaux BT sans aucune interruption.

Designations	Puissances (kVA)	Sites
Onduleur	30	GZ1
Onduleur	30	GZ2
Onduleur	6	GZ1
Onduleur	6	GZ2
Onduleur	20	GZ3
Chargeur batteries	69	GZ1
Chargeur batteries	64	GZ2
Chargeur batteries	64	GZ3
Onduleur	10	GZ1 STS
Onduleur	10	GZ2 STS
Onduleur	10	GZ3 STS

Tableau II.12: Caractéristiques Onduleurs et redresseurs

Désignations	Puissances (kVA)	Sites
Groupe Électrogène	355	BASE DE VIE
Groupe Électrogène	64	GZ1 STS
Groupe Électrogène	64	GZ3 STS

Tableau II.13 : Groupes électrogènes

II.8 Conclusion :

Ce chapitre a résumé et donné une vision très claire sur la totalité d'installation électriques sur les différentes stations et leurs procédés ainsi que sur les caractéristiques des transformateurs et les moteurs électriques de la station de compression.

CHAPITRE III

Chapitre III Etude cas

III.1 Introduction :

Les prévision de la consommation et le coût des factures est plus importance des chose pour le consommateur et le producteur, et on connait tous que électricité est simple d'utiliser par le client et la plupart de temps est disponible mais juste après les consommé nouvelle facteur peut réserver de désagréable facteurs et mauvais paramètre donc dans ce chapitre nous analyserons la consommation d'énergie (électricité) au cours d'une période bien déterminée (du Janvier 2016 jusqu'à Décembre 2018). Sachant que ces factures « factures de consommation en énergie électrique » ont été procuré de la direction Sonelgaz.

III.2 Qualité d'énergie électrique :

III.2.1 Rappel sue les harmoniques :

Selon l'IEEE, on appelle « power quality problem » toute variation dans l'alimentation en puissance électrique, ayant pour conséquence le dysfonctionnement ou l'avarie d'équipements des utilisateurs, telles que :

- Creux de tension,
- Surtension, fluctuation de tension,
- Harmonique,
- Déséquilibre

Un signal périodique se compose d'un signal de fréquence (f) et de forme quelconque peut se décomposer en une somme de signaux sinusoïdaux comprenant :

- Un signal sinusoïdal à la fréquence fondamentale, courbe fondamentale.
- Des signaux sinusoïdal dont les fréquences sont des multiples entiers du fondamental, les harmoniques.
- Une éventuelle composante continue.

Chacun des harmonique est caractérisé par une amplitude généralement exprimée en pourcentage de l'amplitude du fondamentale et par une phase.

Le « rang » de l'harmonique est la valeur de l'entier qui détermine sa fréquence sur un réseau (50Hz, $I_{h7} = 350$ Hz).

En règle générale on distingue les harmoniques de rangs pairs (2, 4, 6,8..etc.) et les harmoniques de rangs impairs (3, 5, 7, 9 ...etc.) plus influents, ils entre dans réseau électrique.

L'équation de la décomposition harmonique d'une fonction périodique $y(t)$ est présentée ci-dessous :

$$y(t) = Y_0 + \sum_{h=1}^{h=\infty} Y_h \sqrt{2} \sin(h\omega t - \varphi_h)$$

- Y_0 : valeur de la composante continue généralement nulle,
- Y_h : valeur efficace de l'harmonique de rang h,
- ω : vitesse angulaire de la fréquence fondamentale,
- φ_h : phase de la composante harmonique à $t = 0$.

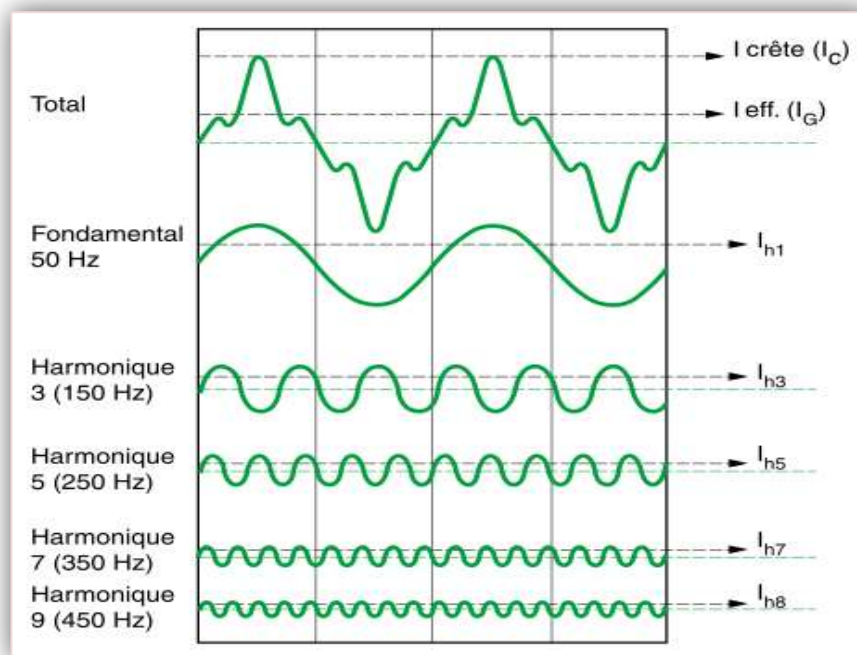


Figure III.1 : Exemple d'un courant contenant des harmoniques et décomposition en rangs harmoniques de rang 1 (fondamental), 3, 5, 7 et 9.

La **Figure III.1** représente un exemple d'une onde de courant affectée par la distorsion harmonique sur un système de distribution électrique à 50 Hz. Le signal déformé est la somme de composantes harmoniques superposées :

- ✓ la valeur de la fréquence fondamentale (ou harmonique de rang 1) est de 50 Hz,
- ✓ l'harmonique de rang 3 a une fréquence de 150 Hz,
- ✓ l'harmonique de rang 5 a une fréquence de 250 Hz,

III.2.2 Effets des harmoniques :

Les effets des harmoniques les plus connus et le plus spectaculaire sont la destruction des condensateurs ou des disjoncteurs sous l'effet des forts courants harmoniques amplifiés par des

résonances. Un autre phénomène, de plus en plus rencontré, est l'échauffement des transformateurs et des conducteurs de neutre sous l'effet des courants harmoniques de rang 3.

- Effets instantanés :
 - Déclenchement intempestifs des protections.
 - Perturbations induites des systèmes à courant faibles
 - Vibrations et bruits acoustiques anormaux (tableaux BT, moteurs, transformateurs).
 - Destruction par surcharge thermique de condensateurs.
 - Pertes de précision des appareils de mesure.
- Effets à long terme :
 - Une surcharge en courant provoque des échauffements supplémentaires donc un vieillissement prématuré des équipements.
 - Echauffement des transformateurs et des alternateurs (par augmentation des pertes Joule, des pertes fer...).
 - Fatigue mécanique (couples pulsatoires dans les machines asynchrones)
 - Destruction de matériels (condensateurs, disjoncteurs...).
 - Rayonnement électromagnétique perturbant les écrans (micro-ordinateurs, appareils de laboratoire...)

III.2.3 Distorsion harmonique :

La distorsion harmonique fait apparaître de nouvelles fréquences dans le signal acoustique de sortie, fréquences non présentes dans le signal électrique d'entrée est le cumul des perturbations générées par les Différentes sources d'harmoniques dont les principales sont les appareils électroniques et les charges non linéaires. Les machines synchrones et les transformateurs saturés sont aussi responsables de la pollution harmonique.

On peut citer

- les convertisseurs de puissance
- les convertisseurs de fréquence (variateurs de vitesse)
- les onduleurs.
- les moteurs asynchrones
- les postes à souder
- les microordinateurs et imprimantes
- et en général tous les appareils commandés par des thyristors ou comportant des alimentations à découpage.

Les réseaux électriques industriels produisent essentiellement des harmoniques de rang Impair. Qui affectent le signal de façon symétrique. Par ailleurs. L'étude des harmoniques S'effectue généralement entre 100 Hz (harmonique de rang 2) et 2500 Hz (harmonique de Rang 50). Il excite aussi d'autre type d'harmonique tel que:

- **Inter harmoniques** : sont des signaux de fréquence non multiple de la fréquence fondamentale.
- **Infra harmoniques:** ce sont des composantes qui sont à des fréquences inférieures à celle du fondamental.

III.3 Creux et coupure de tension de réseau :

Le creux de tension est généralement défini comme une baisse de 10% à près de 100 % de la valeur nominale de la tension pendant un temps compris entre 10 ms et quelques secondes (FigureII.2). Lorsque la tension est absente (baisse de tension de 100%) pendant 1s à 1mn on parle de « coupure brève », et entre 10 ms et 1 s de « coupure très brève ».

Les creux de tension sont des perturbations brèves mais fréquentes qui touchent tous les réseaux électriques et qui ne peuvent être évitées totalement.

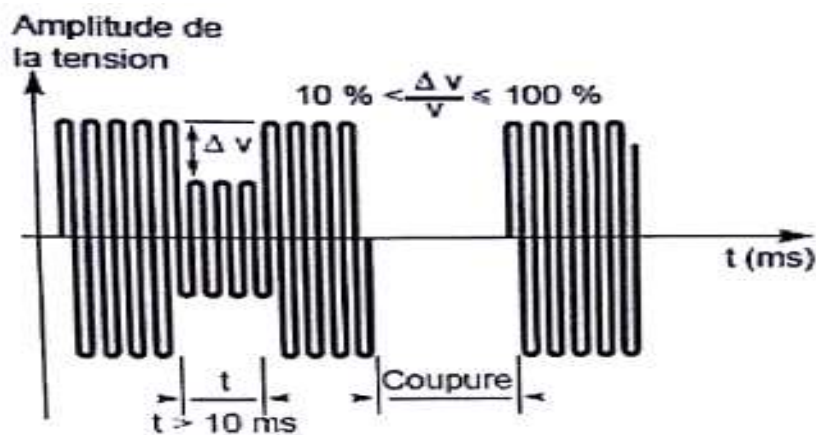


Figure III.2 : Creux et coupure de tension

III.3.1 Origine :

Les creux de tension proviennent soit du réseau électrique, soit des installations des clients.

- **Installations des clients**
 - Démarrage de moteur
 - Variation de charge soudaine
 - Défaut électrique (bris de câble, accident, etc.)

- **Réseau électrique**

- Contact avec la végétation, un animal, un oiseau, etc.
- Conditions climatiques (vent, foudre, pluie, verglas, etc.)
- Bris d'équipement (isolateur, transformateur, joint de câble, etc.)

III.3.2 Effets et conséquences des creux de tension :

Les creux et les coupures de tension sont susceptibles de perturber le fonctionnement de nombreuses installations industrielles, tertiaires et domestiques raccordées au réseau. En effet, ce type de perturbation est la cause la plus fréquente de problèmes de qualité d'énergie qui peut se traduire par des conséquences néfastes, allant de la dégradation de fonctionnement des équipements électriques jusqu'à leur destruction totale.

Types d'équipement	Conséquences néfastes
Systèmes d'éclairage	Moins de luminosité, extinction et ré- allumage.
Systèmes à base d'électronique de puissance	Arrêt ou mauvais fonctionnement des équipements.
Dispositifs de protection	Déclenchement et ouverture des contacteurs.
Moteurs asynchrones	Ralentissements, décrochage, surintensité au retour de la tension.
Moteurs synchrones	Perte de synchronisme, décrochage et arrêt du moteur.
Variateurs de vitesse pour un moteur à courant	<ul style="list-style-type: none"> • En mode onduleur : destruction des continu protections. • En mode redresseur : ralentissement de la machine.
Variateurs de vitesse pour un moteur asynchrone	Ralentissement, décrochage, surintensité au retour de la tension, destruction éventuelle de matériel au niveau du convertisseur.

Le Tableau III.1 : Conséquences des creux de tension sur quelques équipements électriques sensibles

Afin de cerner au mieux toutes les perturbations et déclenchements imputables réellement au réseau Sonelgaz. Il est recommandé d'installer à l'arrivée HT - 60 kV. Un Oscilloperturbographe ou un " Qualimètre " lesquels peuvent enregistrer tous les à-coups et chutes de tension réseau en donnant entre autres paramètres. Principalement leur amplitude et leur durée.

Pour réaliser des gains de productivité (économies de fonctionnement et / ou réduction des coûts d'exploitation) il faut avoir un bon fonctionnement des procédés et une bonne gestion de l'énergie, deux facteurs qui dépendent de la QEE.

III.4 Comptage de l'énergie :

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesure des quantités d'énergie livrée et la puissance appelée selon les modalités du contrat tarifaire.

Comme le cas de la station, le comptage se fait au côté HT. C'est à dire en amont des transformateurs HT/MT. Les compteurs utilisés sont de marque Itron Intelligent.

Il permet de comptabiliser :

- L'énergie active des trois postes horaires (pleine, de pointe et creuse) (kWh)
- L'énergie réactive (kVARh)
- Le Cos (φ)
- La puissance maximale atteinte ou appelée (P.M.A).

Prenant la consommation d'électricité durant les trois dernières années (36) mois, du Janvier 2016 jusqu'au Décembre 2018, d'où les données sont rangées dans les tableaux suivants :

III.5 Bilans de puissance annuelle station de compression 2016/2017/2018

Ligne 30kV MT ST De Compression GZ1, GZ2, GZ3 SONATRACH

PMD : 1000 kW Code tarif : 42 N° poste : 1173 N° client : 8390992

Année 2016

ANNEE 2016 GZ1,2,3	Energie active kWh	Energie réactive kVRh	Montant DA	PMA KW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tg Φ
Janvier	1684	2903	37091,46	3	275	1409	1,72
Février	2305	3265	76722,73	140	274	2031	1,42
Mars	1756	3003	67773,01	96	345	1411	1,71
Avril	1766	2933	69258,79	106	298	1468	1,66
Mai	3495	7040	79207,18	119	638	2857	2,01
Juin	2268	12340	79257,68	127	367	1901	5,44
Juillet	2756	14435	86096,29	144	598	2158	5,24
Aout	2548	14510	84445,48	139	548	2000	5,69
Septembre	2382	14163	76488,74	107	369	2013	5,95
Octobre	2420	10950	73059,88	95	399	2021	4,52
Novembre	2242	8739	75653,89	118	358	1884	3,9
Décembre	2416	8744	81814,33	149	341	2075	3,62
TOTAL	28038	103025	886869,46	1343	4810	23228	3,57

Tableau III.2 : Bilan de puissance de la station 2016

Année 2017

ANNEE 2017 GZ1,2,3	Energie active kWh	Energie réactive kVRh	Montant DA	PMA kW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tgΦ
Janvier	2847	8858	67167,14	116	369	2478	3,11
Février	2021	8349	68549,9	132	386	1635	4,13
Mars	2359	9023	63164,92	97	350	2009	3,82
Avril	2033	8411	60604,78	87	332	1701	4,14
Mai	1887	7082	64658,21	117	293	1594	3,75
Juin	2668	11368	65625,52	102	373	2295	4,26
Juillet	2371	12864	78148,12	171	467	1904	5,43
Août	2246	13565	49272	4	368	1878	6,04
Septembre	2171	12234	48532,36	4	359	1812	5,64
Octobre	10126	17230	98717,58	168	1652	8474	1,7
Novembre	2357	11214	76953,27	171	395	1962	4,76
Décembre	2524	8780	75350,64	167	375	2149	3,48
TOTAL	35610	128978	816744,44	1336	5719	29891	3,6

Tableau III.3 : Bilan de puissance de station 2017

Année 2018

ANNEE 2018 GZ1,2,3	Energie active kWh	Energie réactive kVRh	Montant DA	PMA kW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tgΦ
Janvier	2128	8796	46886,88	4	342	1786	4,13
Février	1886	8000	45959,6	4	307	1579	4,24
Mars	9858	13623	100771,58	183	1875	7983	1,38
Avril	13030	15313	106665,93	186	1868	11162	1,18
Mai	2173	9209	61649,53	89	356	1817	4,24
Juin	2055	8346	47440,97	9	343	1712	4,06
Juillet	2535	9021	47440,97	104	410	2125	4,74
Août	2635	13384	94197,04	263	439	2196	5,08
Septembre	2549	9495	65227,04	104	410	2139	3,72
Octobre	2139	8417	46779,77	4	348	1791	3,94
Novembre	2104	9248	75653,89	4	344	1760	4,4
Décembre	13895	15851	116596,4	212	2484	11411	1,14
TOTAL	56987	128694	890277,57	1166	9526	47461	2,3

Tableau III.4 : Bilan de puissance de station 2018

III.5.1 ANALYSE DE L'ENERGIE ACTIF KWH GZ1, GZ2 et GZ3

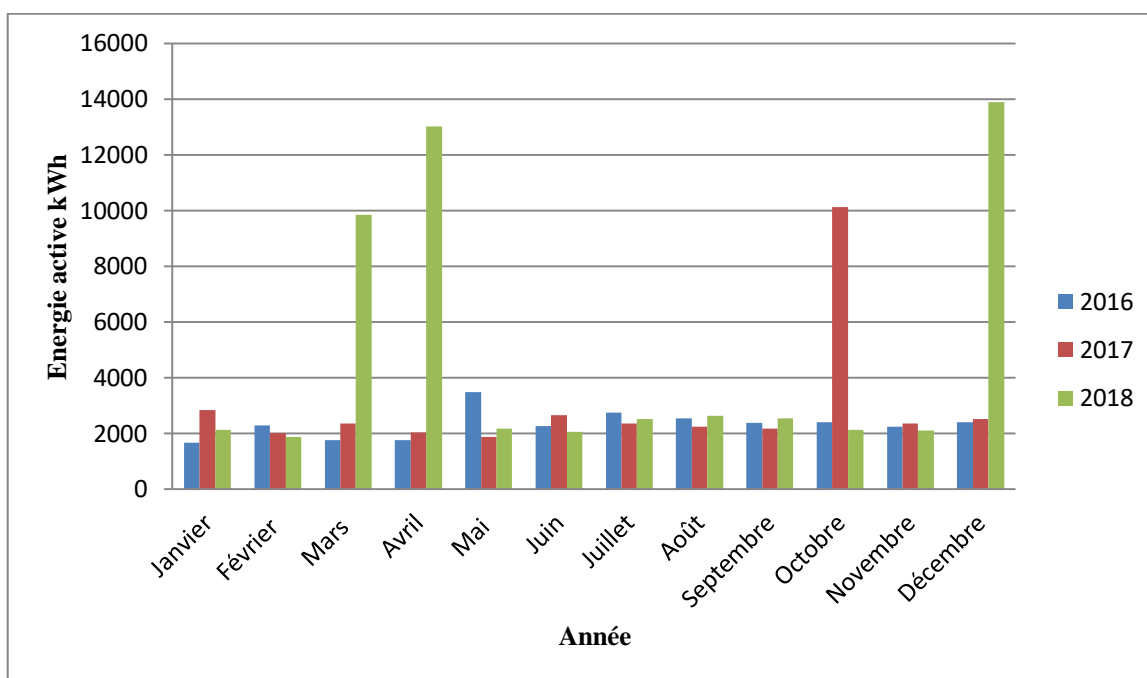


Figure III.3 : Evolution de La consommation d'énergie active.

On constate tout d'abord la consommation d'électricité des stations GZ1, GZ2 et GZ3 est passé de 28038 kWh en 2016 à 56987 kWh en 2018 soit une augmentation remarquable de 28949 kWh présent un accroissement de 103%, ensuit une augmentation de 7572 kWh en 2017 avec stable consommation durant tout l'année au cours de cette action a culminé à 10126 kWh au mois Octobre, représentant 27%.

III.5.2 ANALYSE DE L'ENERGIE REACTIVE KVARH GZ1, GZ2 et GZ3

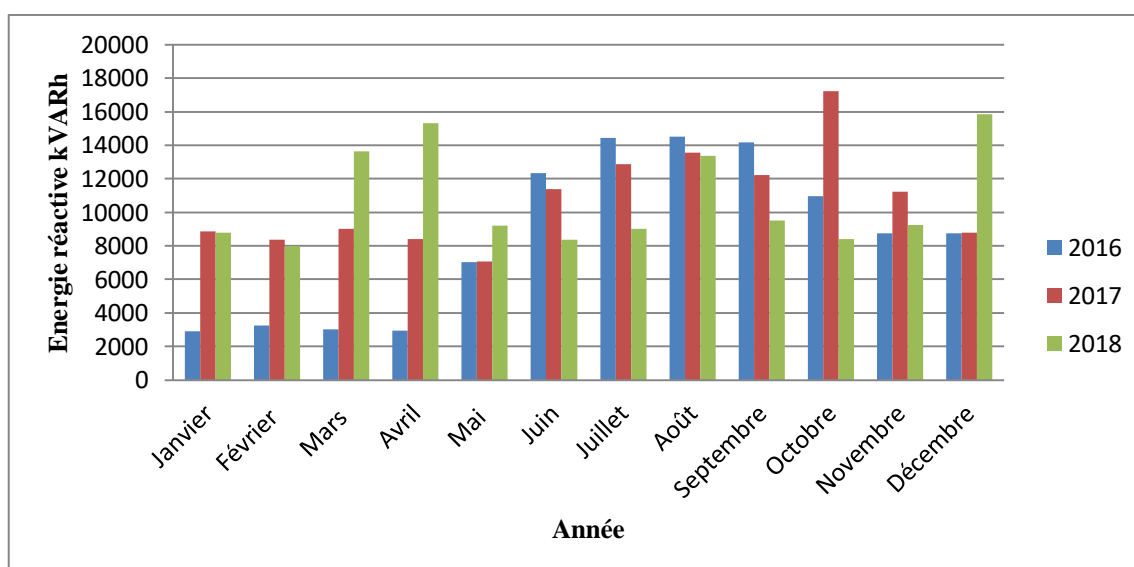


Figure III.4 : Evolution de La consommation d'énergie réactive.

La consommation d'énergie réactive passée de 103025 kVARh en 2016 à 128978 kVARh en 2017 soit une grande augmentation de 25953 kVARh représentant 25%, ensuite une augmentation à 128694 kVARh en 2018 de 25669 kVARh presque même année de 2017 représentant 25%.

III.5.3 ANALYSE DES HEURES POINTES 2016 /2017 /2018 GZ, GZ2 et GZ3

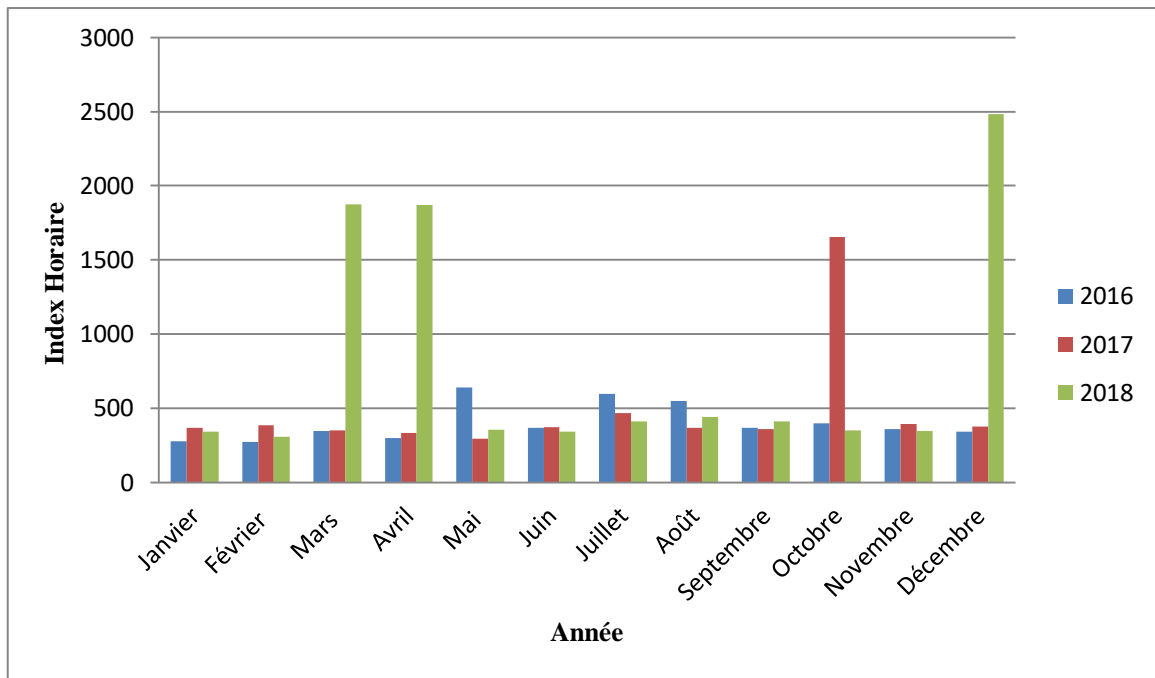


Figure III.5 : Evolution du poste heures pointes.

La consommation d'énergie dans des heures pointes passée de 4810 kWh en 2016 à 9526 kWh en 2018 soit une augmentation d'utilisation des heures pointes de 4716 kWh d'énergie consommé représente 98%, en 2017 la valeur maximale de heure pointe a été atteinte durant le mois Octobre en 1652kWh énergie consommé et en 2018 les maximales a été atteinte durant les mois Mars, Avril et Décembre respectivement en 1875 kWh, 1868 kWh et 2484kWh

III.5.4 ANALYSE DES HEURES HORS POINTE 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3

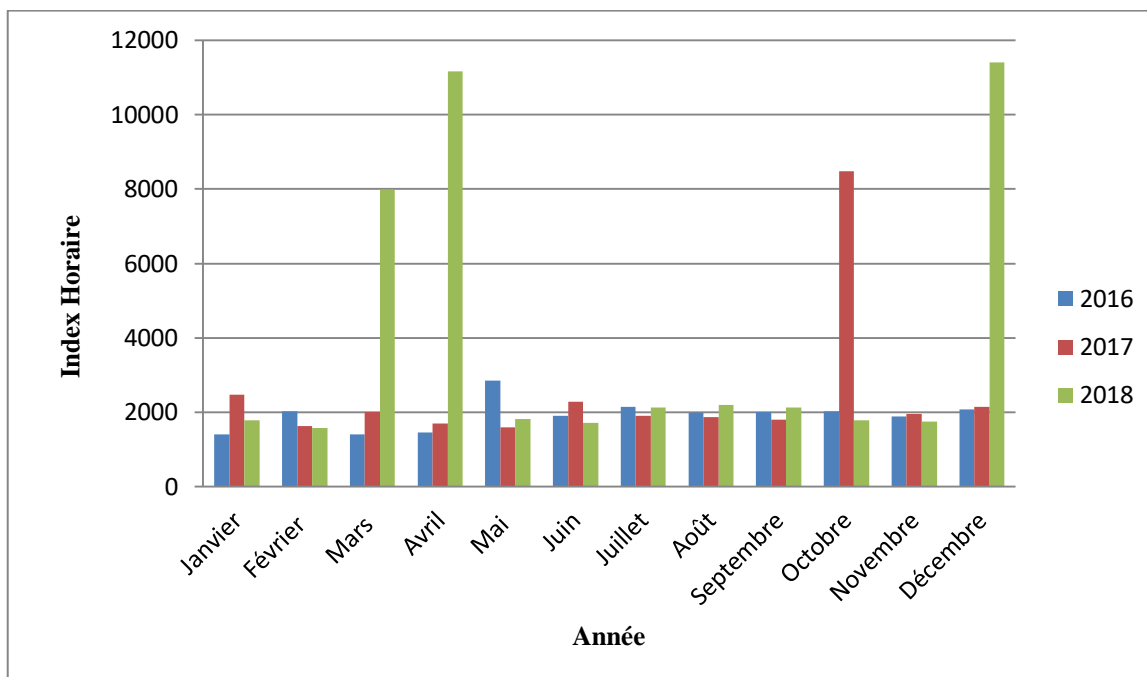


Figure III.6 : Evolution du poste heures hors pointe.

L'évolution des heures pleine est se fait de façon aléatoire chaque mois pendant les trois années 2016, 2017 et 2018. La consommation d'énergie dans des heures hors pointe est passée de 23228 kWh en 2016 à 47461 kWh en 2018 soit une augmentation d'utilisation des heures pleine de 24233 kWh représente 104 %, la valeur maximale des heures pleine a été atteinte durant le mois Octobre 2017 est 8474 kWh et en 2018 les maximales a été atteinte durant les mois Mars, Avril et Décembre respectivement en 7983 kWh, 11162 kWh et 11411 kWh.

III .5.5 STRUCTURE DE LA CONSOMMATION PAR POSTES HORAIRES GZ1, GZ2 et GZ3 :

Structure de la consommation par postes horaires pendant les trois années pour la station de compression :

- **Heures pointes**

17 % en energie 50% en coût

- **Heure hors pointe**

83 % en energie 50% en

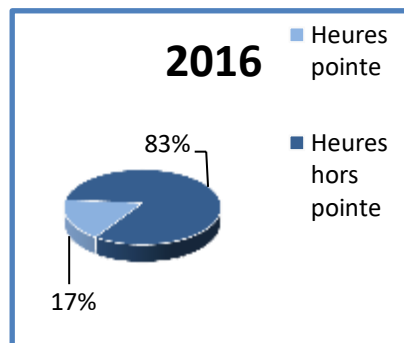
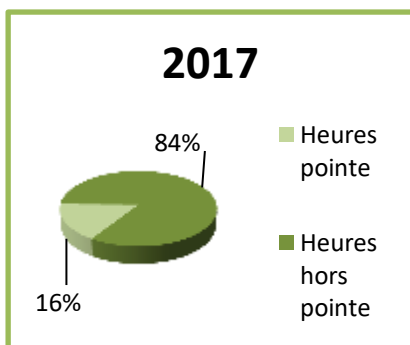


Figure III.7 : La consommation annuelle en 2016



- **Heures pointes**

16 % en energie 48% en coût

- **Heure hors pointe**

84 % en energie 52% en coût

Figure III.8 : La consommation annuelle en 2017

- **Heures pointes**

17 % en energie 49% en coût

- **Heure hors pointe**

83 % en energie 51% en coût

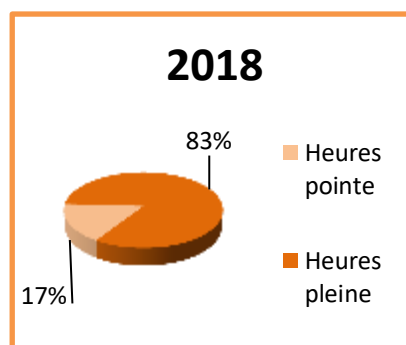


Figure III.9 : La consommation annuelle en 2018

III .5.6 ANALYSE DE LA TANGENTE ϕ 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3

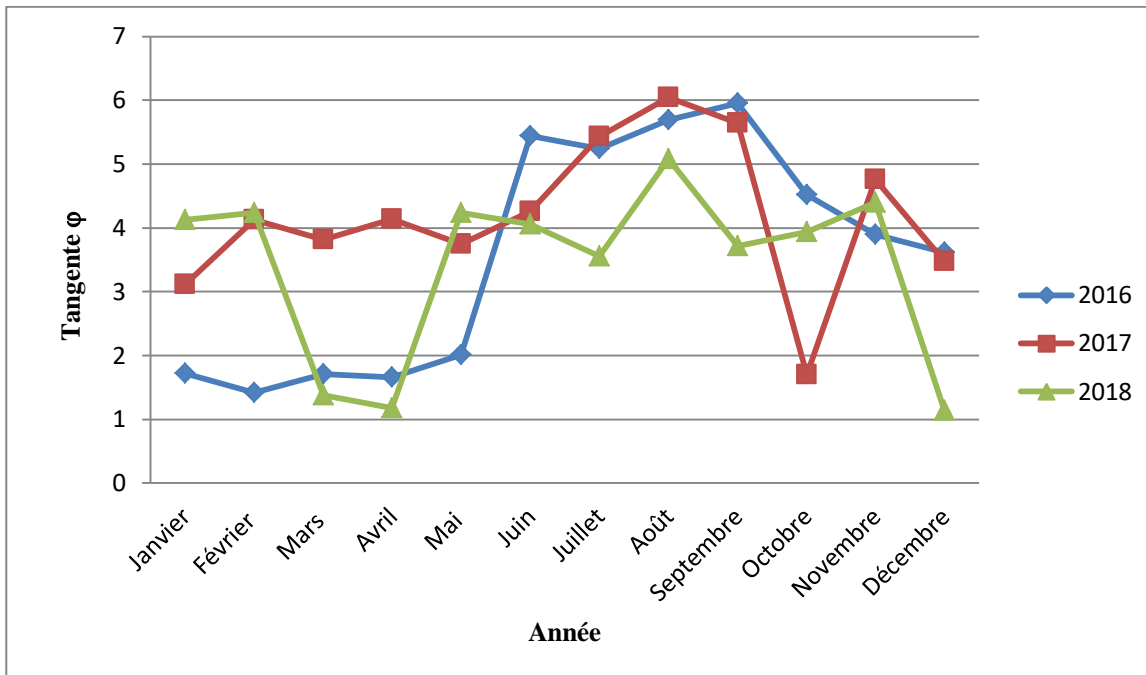


Figure III.10: Evolution de La tangente ϕ à travers les trois années.

Evolution de la tangente ϕ La valeur maximale de la tangente a été atteinte durant le mois Août 2017 de 6.04 avec un minimale de la tangente durant le mois Décembre 2018 de 1.14, dans ces trois années, évolution de la tangente présente toujours un mauvais facteur de puissance.

III .5.7 ANALYSE DE LA PMA 2016/2017/2018 GZ1, GZ2 et GZ3

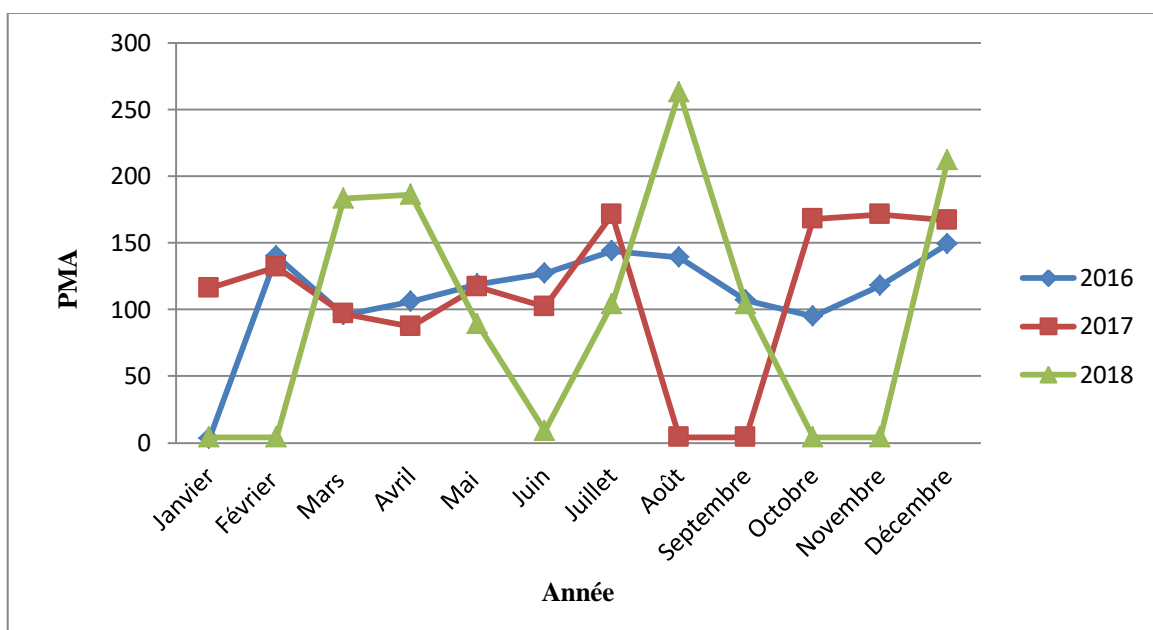


Figure III.11 : Evolution de PMA à travers les trois années

La PMA doit être inférieure et au maximum égale à la PMD, dans le cas où elle dépassera l'abonné aura une pénalité de durant 5 ans, pour les trois stations de Sonatrach le PMD = 1000 kW. Le PMA moyenne de l'année 2016 et 2017 est respectivement de 112 kW et 111 kW avec un petit écart type de 1 kW et avec un écart type de 15 kW contre 97kW en 2018.

- ✓ PMA 2016 = **11.2 %** de PMD
- ✓ PMA 2017 = **11.1 %** de PMD
- ✓ PMA 2018 = **9.7 %** de PMD

III .5.8 FACTURE ST De COMPRESSION GZ1, GZ2, GZ3 SONATRACH EN (DA) LIGNE 30kV MT

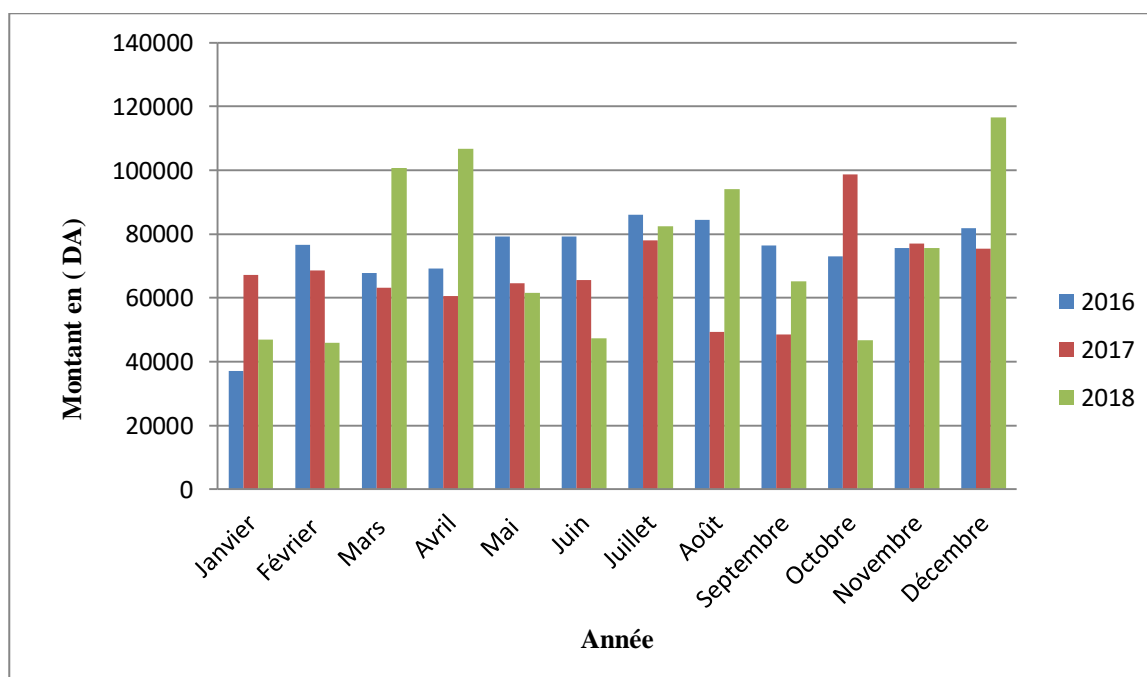


Figure III.12 : Evolution du montant durant les années 2016/ 2017 /2018.

L'évolution du montant durant les trois années montre que les valeurs sont aléatoires avec augmentation et baisse ainsi de suite en Décembre 2018 le montant atteint sa valeur maximum 116596.4 DA.

Années	2016	2017	2018
Montant Total (DA)	886869,46	816744,44	890277,57

Tableau III.5: Montant ST de compression sonatrach.

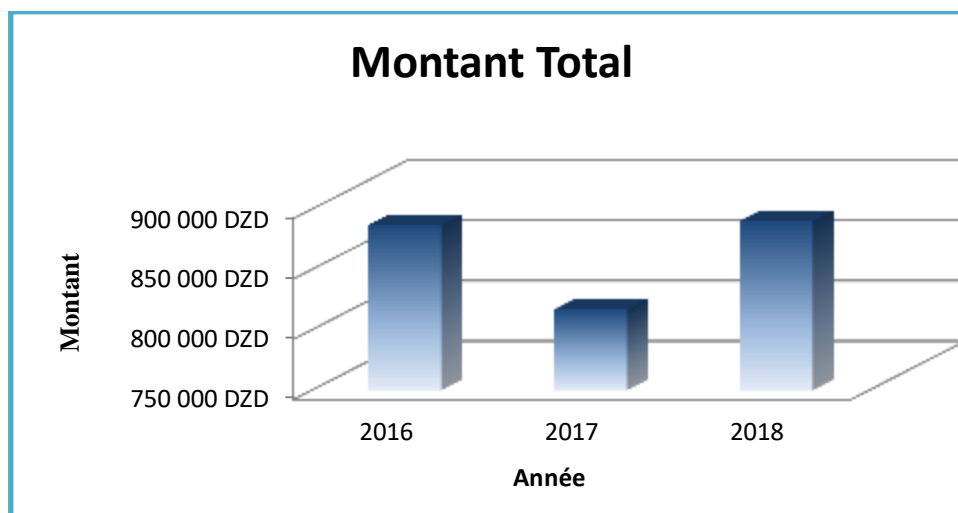


Figure III.13 : Evolution du montant ST de compression sonatrach.

Le montant de la station de compression Sonatrach a passé d'une baisse montant d'un taux considérable de 70125.02DA durant la période 2016 au 2017 puis une hausse du montant jusqu'au 890277.54 DA en 2018.

III.6 Bilans de puissance annuelle la base de ville 2016/2017/2018

Ligne 30kV MT BDV SC1 SONATRACH TRC RTO
 PMD : 1000 kW Code tarif : 42 N° poste :780
 Année 2016

ANNEE	Energie active kWh	Energie réactive kVRh	Montant DA	PMA kW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tgΦ
2016 BDV							
Janvier	38889	24966	14720.73	85	7134	31755	0.64
Février	38344	24881	183563.49	84	6526	31818	0.65
Mars	36259	24654	174908.33	85	5821	30438	0.68
Avril	32178	23356	162237	81	5230	26948	0.72
Mai	37429	31320	189745.91	125	6077	31352	0.83
Juin	52508	50598	259858.23	137	9082	43426	0.96
Juillet	84095	55470	290705.90	148	9685	74410	0.66
Aout	59478	55938	303231.94	148	10546	48932	0.94
Septembre	43608	45392	240889.01	121	7938	35670	1.04
Octobre	38097	37336	219145.13	96	7729	30368	0.98
Novembre	37433	32599	211286.33	88	7430	30003	0.87
Décembre	75332	35184	227092.12	92	8128	33602	0.46
TOTAL	855850	712594	2477384,1	1290	91326	708819	0.83

Tableau III.6 : Bilan de puissance de la base de vie 2016

Année 2017

ANNEE 2017 BDV	Energie active KWh	Energie réactive KVRh	Montant DA	PMA KW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tgΦ
Janvier	43395	35225	183434.29	88	7995	35400	0.81
Février	37069	31778	161600.06	87	6333	30736	0.86
Mars	36498	33860	158116.88	81	5947	30551	0.93
Avril	32859	31690	149047.77	93	5212	27647	0.96
Mai	42470	40261	182890.02	120	6955	35515	0.95
Juin	98344	58205	282720.02	162	10476	87868	0.59
Juillet	73984	71051	381937.79	186	14295	59689	0.96
Août	76753	69730	398454.86	239	14373	62380	0.91
Septembre	43236	45778	241416.86	110	7886	35350	1.05
Octobre	40423	43028	233774.41	98	8094	32329	1.06
Novembre	40916	38132	236434.42	119	8141	32502	0.93
Décembre	41851	34327	231517.33	95	8169	33682	0.82
TOTAL	607798	533065	2604910,3	1478	103876	471320	0.88

Tableau III.7 : Bilan de puissance de la base de vie 2017

Année 2018

ANNEE 2018 BDV	Energie active KWh	Energie réactive KVRh	Montant DA	PMA KW	Energie consommée en Pointe	Energie consommée en hors Pointe	tgΦ
Janvier	44490	36328	186301.21	100	7800	36690	0.81
Février	41139	33868	174488.80	97	6988	34151	0.82
Mars	42358	36393	175673.65	94	6804	35554	0.86
Avril	37419	35588	159858.89	87	5734	31685	0.95
Mai	38958	38939	177101.03	127	6280	32678	0.99
Juin	46425	43644	248753.84	128	7720	38705	0.94
Juillet	52625	53644	268753.84	144	9220	43405	1.01
Août	54455	55154	287707.22	153	9210	45245	1.01
Septembre	49520	45314	264622.87	120	9041	40479	0.91
Octobre	41625	38799	231186.93	94	7888	33737	0.93
Novembre	48666	42092	264577.79	126	9286	39380	0.86
Décembre	50107	43402	265265.21	103	9555	40552	0.86
TOTAL	602242	503165	2704291,28	1373	95526	408856	0.84

Tableau III.8 : Bilan de puissance de la base de vie 2018

III.6.1 ANALYSE DE L'ENERGIE ACTIF KWH BASE DE VIE

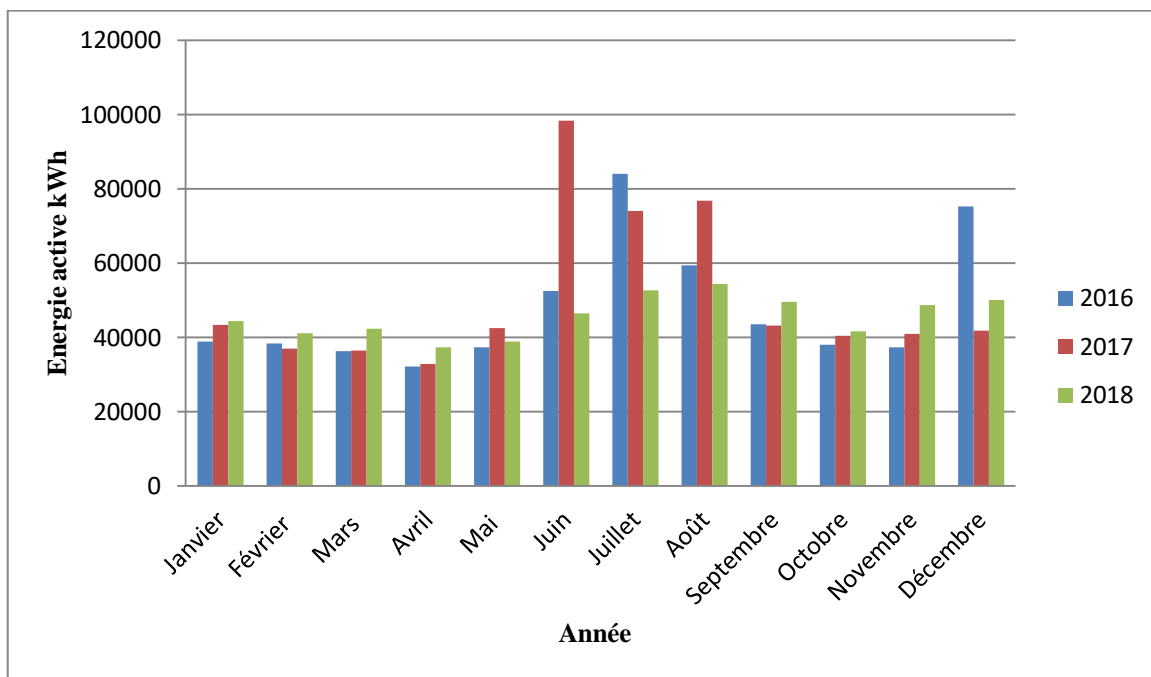


Figure III.14 : Evolution de La consommation d'énergie active.

On constate tout d'abord la consommation d'électricité de base de vie est passé de 855850 kWh en 2016 à 602242 kWh en 2018 soit une baisse remarquable de 253608 kWh présent un décroissement de 30%, ensuit une autre diminution à 607798 kWh de 248052 kWh en 2017 représentant 29%. La valeur maximal de la puissance a était enregistrée dans le mois de Juin avec 98344 kWh en 2017 et dans le mois Juillet 84095 kWh en 2016 et 70367 kWh en 2018 qui explique bien l'utilisation de la climatisation au charge maximum.

III.6.2 ANALYSE DE L'ENERGIE REACTIVE KVARH BASE DE VIE

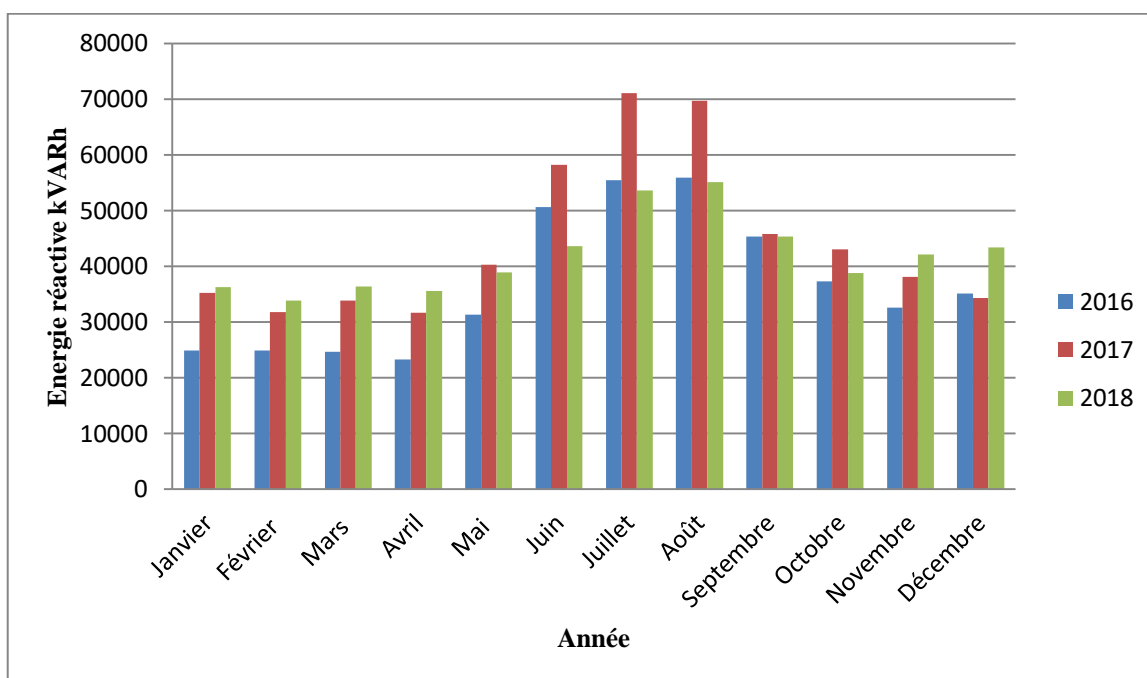


Figure III.15 : Evolution de La consommation d'énergie réactive

La consommation d'énergie réactive passée de 712594 kVARh en 2016 à 533065 kVARh en 2017 soit une baisse de 179529 kW représentant 25%, ensuit une autre baisse à 503165 kVARh en 2018 de 209429 kVARh qui représentant 29%.

III.6.3 ANALYSE DES HEURES POINTES 2016/2017/2018 BASE DE VIE

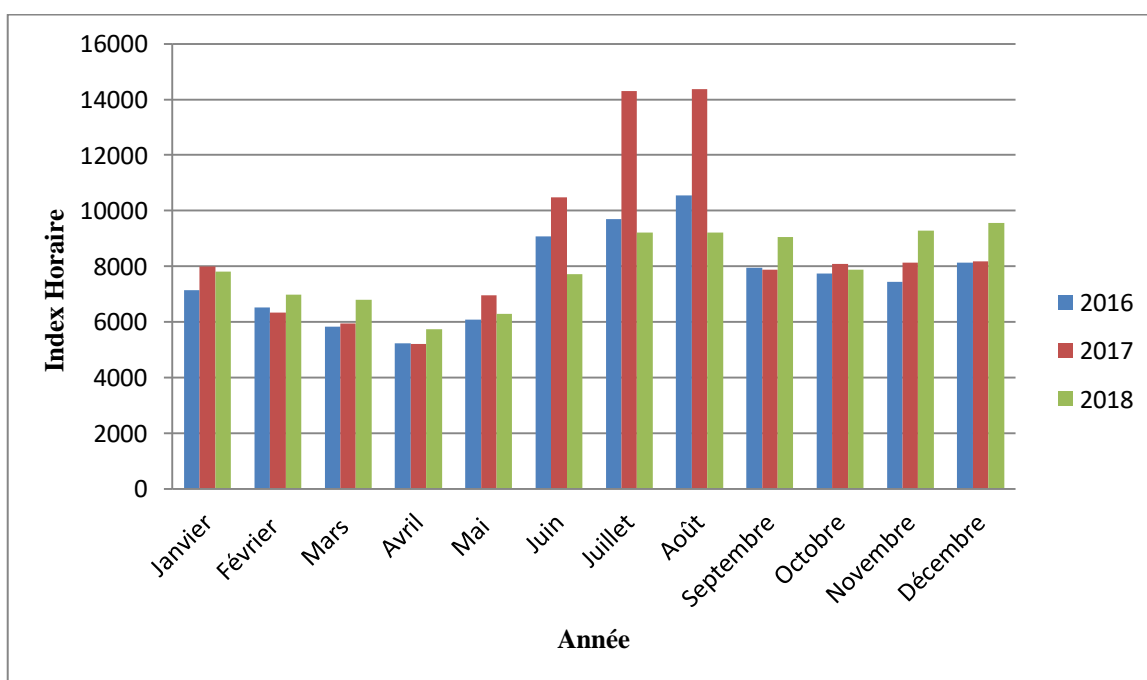


Figure III.16 : Evolution du poste heures pointes

La consommation d'énergie dans des heures pointes passée de 4810 kWh en 2016 à 9459 kWh en 2018 soit une augmentation d'utilisation des heures pointes de 4649 kWh représente 97%, le mois d'Août en 2016 a attendu 10546 kWh, en 2017 les valeurs maximale de heure pointe a été atteinte durant le mois Juillet et Août en 14295kWh et 14373 kWh respectivement.

III.6.4 ANALYSE DES HEURES HORS POINTE 2016/2017/2018 BASE DE VIE

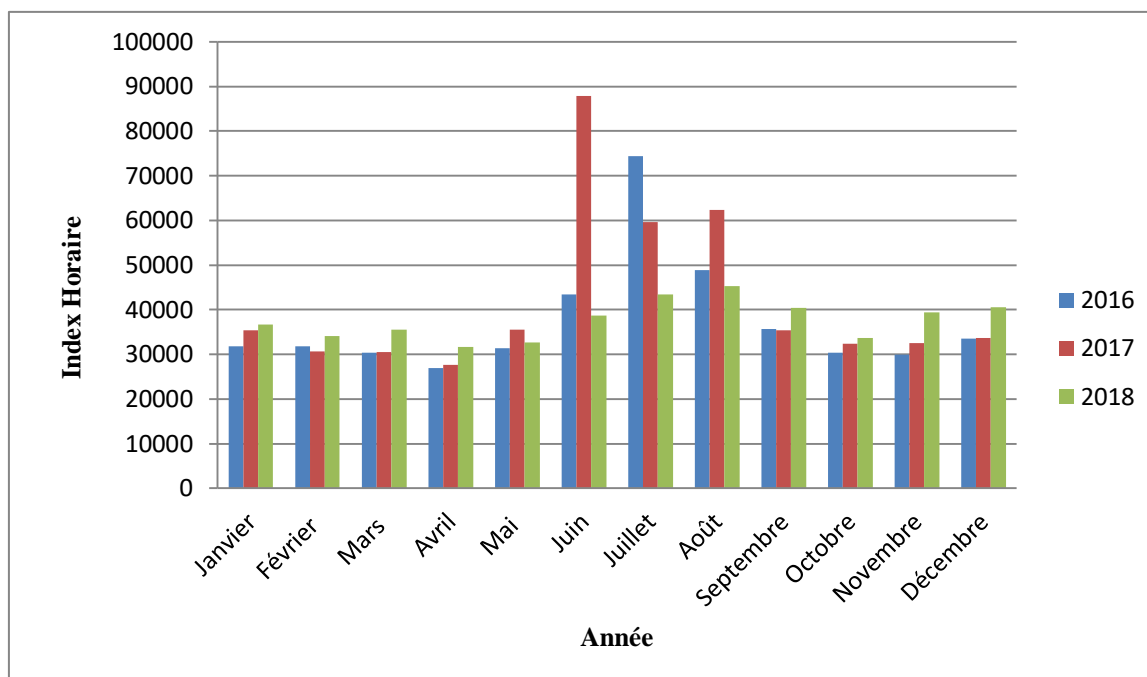


Figure III.17 : Evolution du poste heures hors pointe.

La consommation d'énergie dans des heures hors pointe est passée de 23228 kWh en 2016 à 47048 kWh en 2018 soit une augmentation d'utilisation des heures pleine de 23820 kWh représente 103 %, la valeur maximale des heures pleine a été atteinte durant les trois mois d'été Juin, Juillet et Août 2017 est 87868 kWh, 59689 kWh et 62380 kWh respectivement.

III .6.5 STRUCTURE DE LA CONSOMMATION PAR POSTES HORAIRES BASE DE VIE :

Structure de la consommation par postes horaires pendant les trois années pour la station de compression :

- **Heures pointes**

11% en énergie 38% en coût

- **Heure hors pointe**

89% en énergie 62% en coût

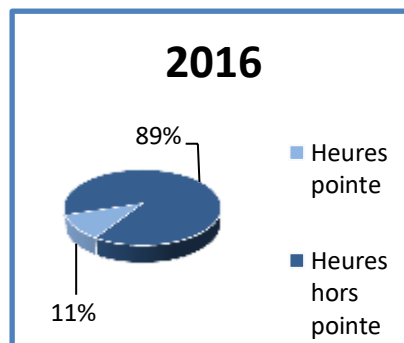
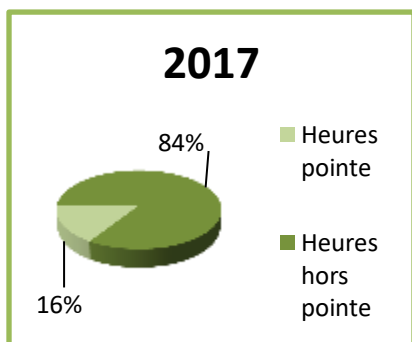


Figure III.18 : La consommation annuelle en 2016



- **Heures pointes**

18% en énergie 52% en coût

- **Heure hors pointe**

82% en énergie 48% en coût

Figure III.19 : La consommation annuelle en 2017

- **Heures pointes**

19 % en énergie 53% en coût

- **Heure hors pointe**

81 % en énergie 47% en coût

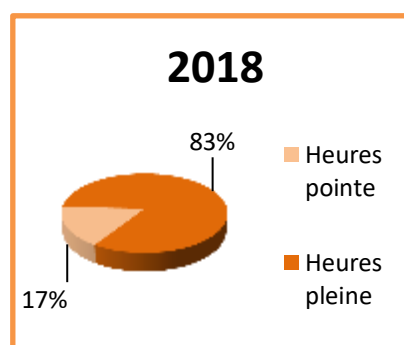


Figure III.20 : La consommation annuelle en 2018

III .6.6 ANALYSE DE LA TANGENTE Φ 2016/2017/2018 BASE DE VIE

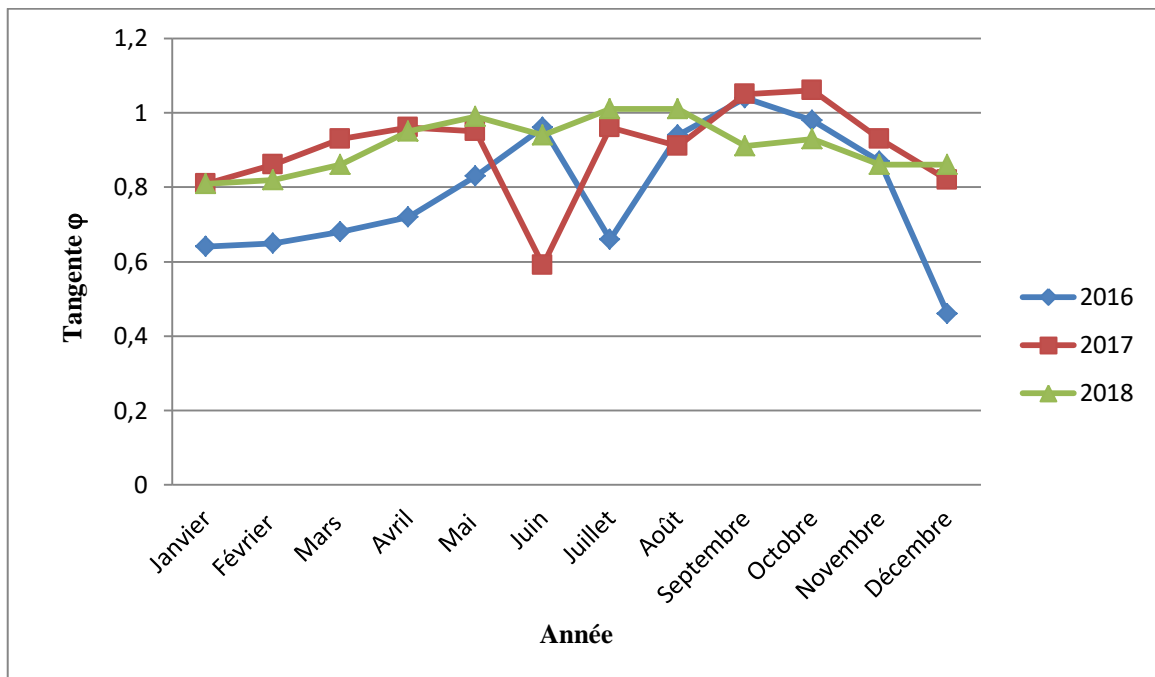


Figure III.21: Evolution de La tangente ϕ à travers les trois années.

Evolution de la tangente ϕ La valeur maximale de la tangente a été atteinte durant le mois Octobre 2017 de 1.06 avec un minimale de la tangente durant le mois Juin 0.59 de même année. En 2018 évolution de la tangente présente toujours un bon facteur de puissance par rapport à les autres années.

III .6.7 ANALYSE DE LA PMA 2016/2017/2018 BASE DE VIE

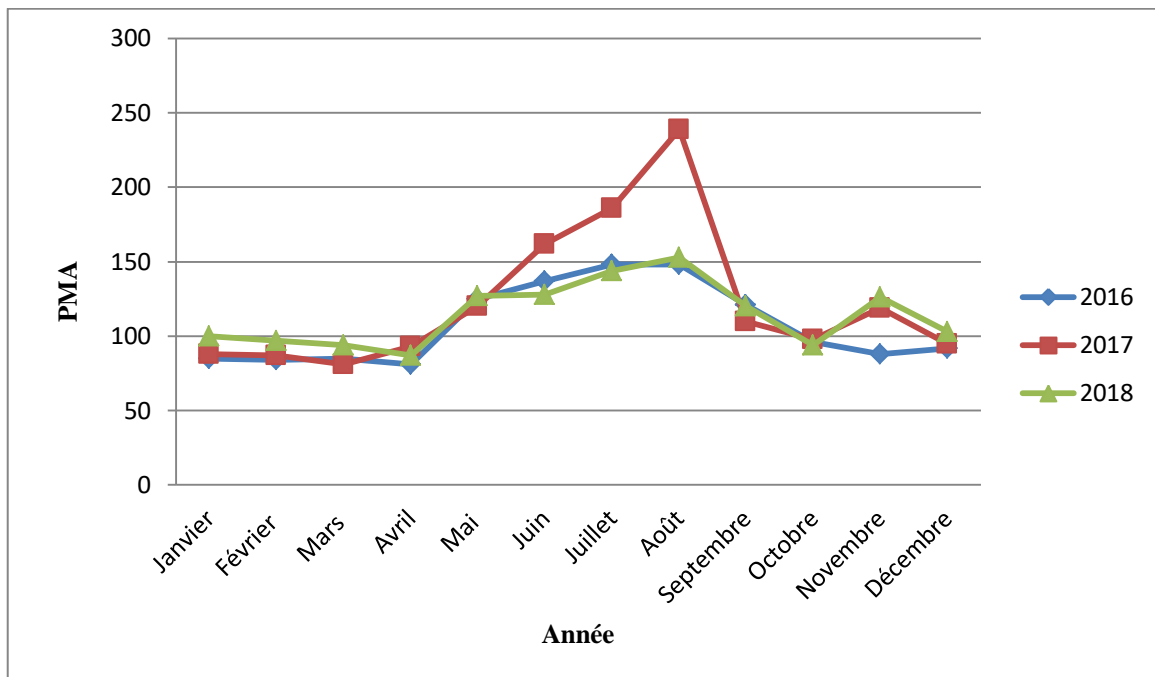


Figure III.21: Evolution de PMA à travers les trois années.

La PMA doit être inférieure et au maximum égale à la PMD, dans le cas où elle dépassera l'abonné aura une pénalité de durant 5 ans, pour la base de vie de Sonatrach le PMD = 1000 kW .Le PMA moyenne de l'année 2016 et 2017 sont respectivement de 108 kW et 123 kW avec un petit écart type 15 kW et avec un écart type de 6 kW contre 114 kW en 2018.

- ✓ PMA 2016= **10.8** % de PMD
- ✓ PMA 2017=**12.3**% de PMD
- ✓ PMA 2018=**11.4**% de PMD

III .6.8 FACTURE BASE DE VIE SONATRACH EN (DA) LIGNE 30KV MT

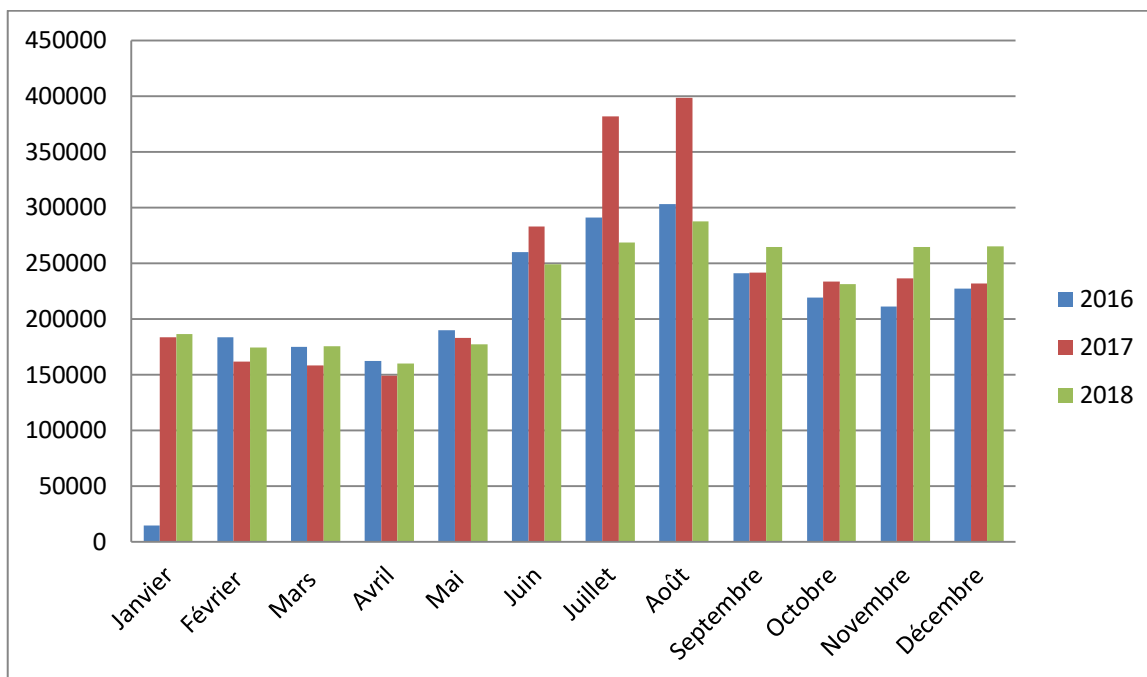


Figure III.22 : Evolution du montant durant les années 2016/ 2017 /2018.

L'évolution du montant durant les trois années montre que les valeurs sont aléatoires avec augmentation et baisse ainsi de suite en Juillet et Août 2017 le montant atteint sa valeur maximum 381937,79 DA et 398454,86 DA respectivement.

Années	2016	2017	2018
Montant Total (DA)	2477384,1	2604910,3	2704291,28

Tableau III.9 : Montant totale de la Base de vie.

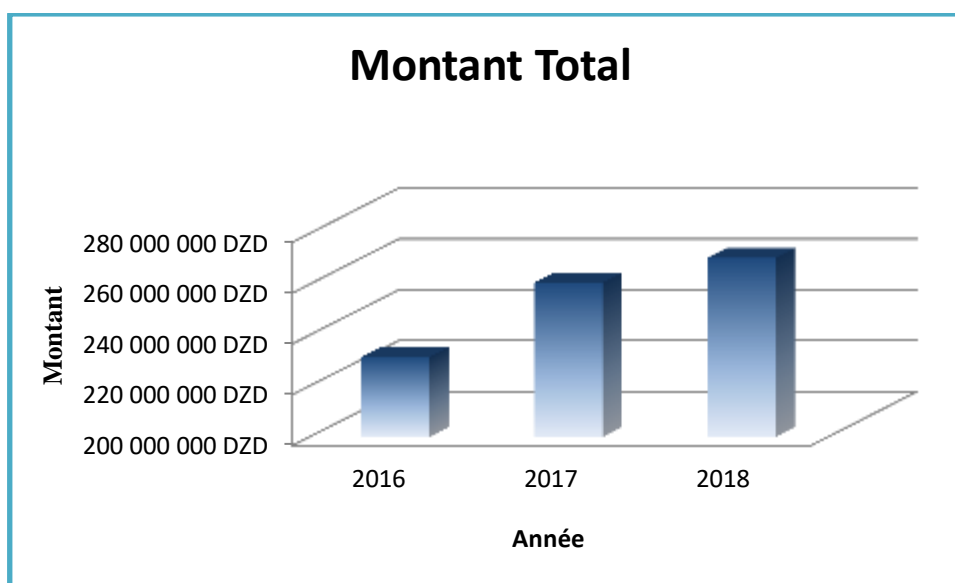


Figure III.23: Evolution montant de la Base de vie.

L'évolution de montant de la base de vie Sonatrach se fait de façon croissante pour les trois années 2016, 2017 et 2018.

III.7 Bilans de puissance annuelle des turboalternateurs 2016/2017/2018

- Les turboalternateurs de station
 - a. ENERGIE ACTIF kWh DANS GZ1/GZ2

Année	2016	2017	2018
Janvier	223692	107158	100416
Février	90000	82879	102576
Mars	94662	74983	101906
Avril	79642	60394	63894
Mai	1048951	84003	57786
Juin	110062	79238	75930
Juillet	85874	90627	94447
Août	114518	93161	94447
Septembre	74437	78122	74821
Octobre	64679	58094	63458
Novembre	85025	81536	82405
Décembre	119412	96414	98120

Tableau III.10 : Quantité d'énergie consommée dans GZ1/GZ2.

III.7.1 ANALYSE DE L'ENERGIE ACTIF KWH

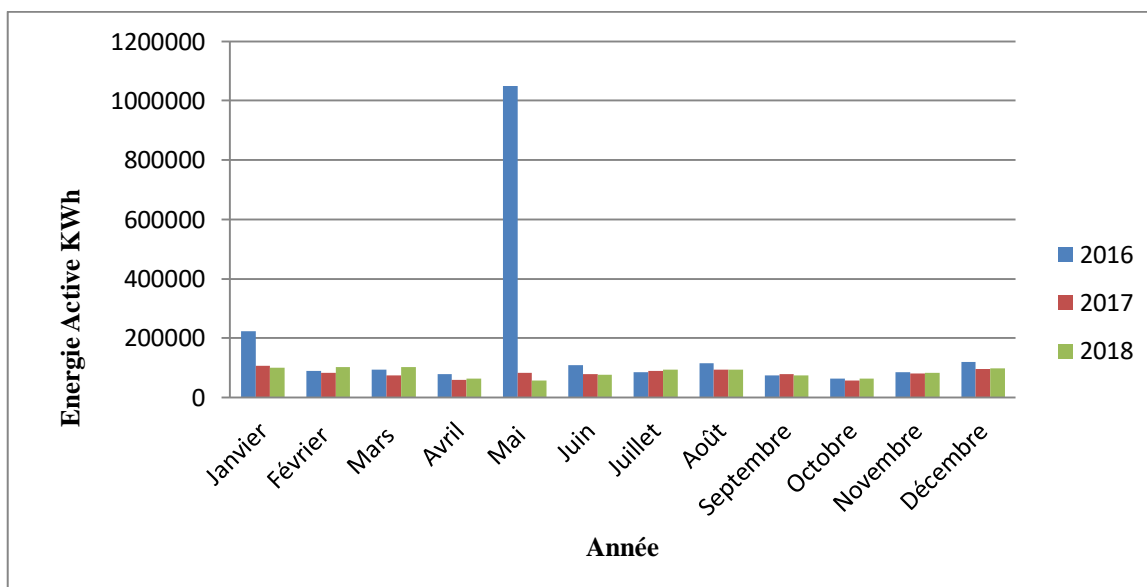


Figure III.24 : Evolution de la puissance active turboalternateur TA1, TA2 et TA3.

La production d'énergie pour les deux stations de compression GZ1 et GZ2 est aléatoire, une baisse de production de 22998 KWh en 2017 et une valeur maximal a été atteinte en année 2016 de 1048951 KWh.

Année	2016	2017	2018
Total kWh	2190954	986609	1010206

Tableau III.11 : énergie consommée annuelle

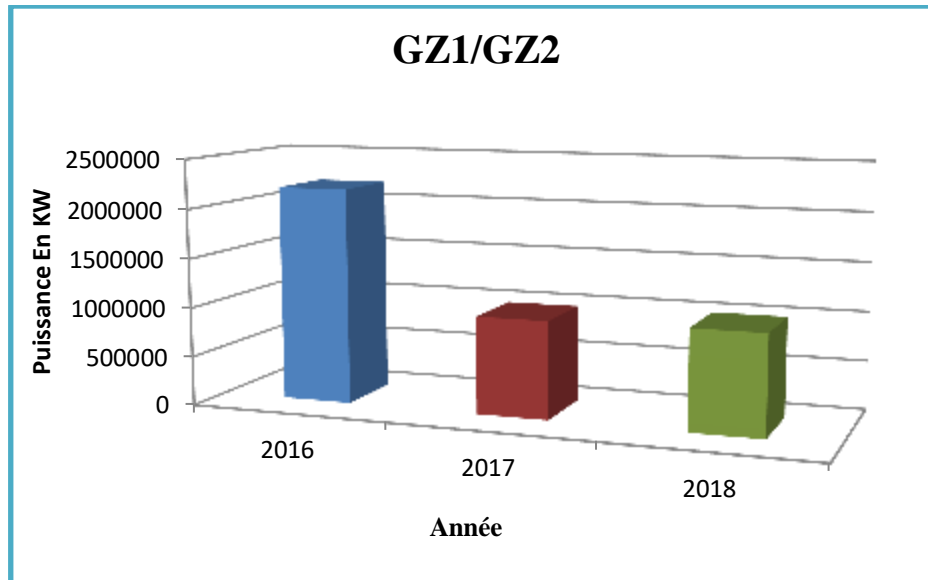


Figure III.25 : Puissance totale des turboalternateurs de GZ1/GZ2

La quantité de production totale dans chaque stations GZ1 et GZ2 est décroissante de 46% entre 2016 et 2018.

b. ENERGIE ACTIF kWh DANS GZ3

Année	2016	2017	2018
Janvier	71007	101210	79640
Février	29448	54805	77956
Mars	121738	66474	66371
Avril	50695	65166	54769
Mai	856642	65984	50268
Juin	70715	73257	61589
Juillet	69486	63290	87598
Août	77064	101535	75125
Septembre	70532	67680	63467
Octobre	60963	33440	52489
Novembre	85625	78966	80541
Décembre	87972	85024	75152

Tableau III.12 : Quantité d'énergie consommée dans GZ3.

III.7.2 ANALYSE DE L'ENERGIE ACTIF (kWh)

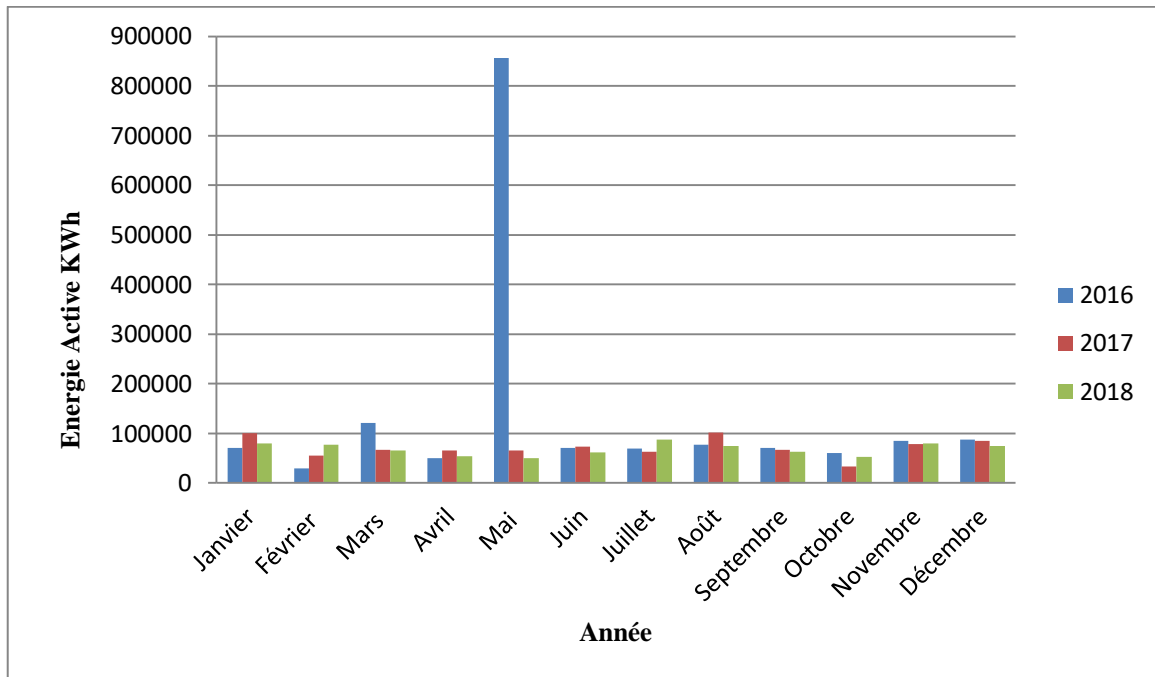


Figure III.26 : Evolution de la puissance active turboalternateur TA4 et TA5

La production d'énergie pour la station de compression GZ3 est aléatoire durant les trois années, une faible baisse de production 2948 KWh en 2017 de 3.4% et une valeur maximal a été atteinte en année 2016 de 856642 KWh.

Année	2016	2017	2018
Total kWh	1651887	856831	824965

Tableau III.13 : Energie consommée annuelle

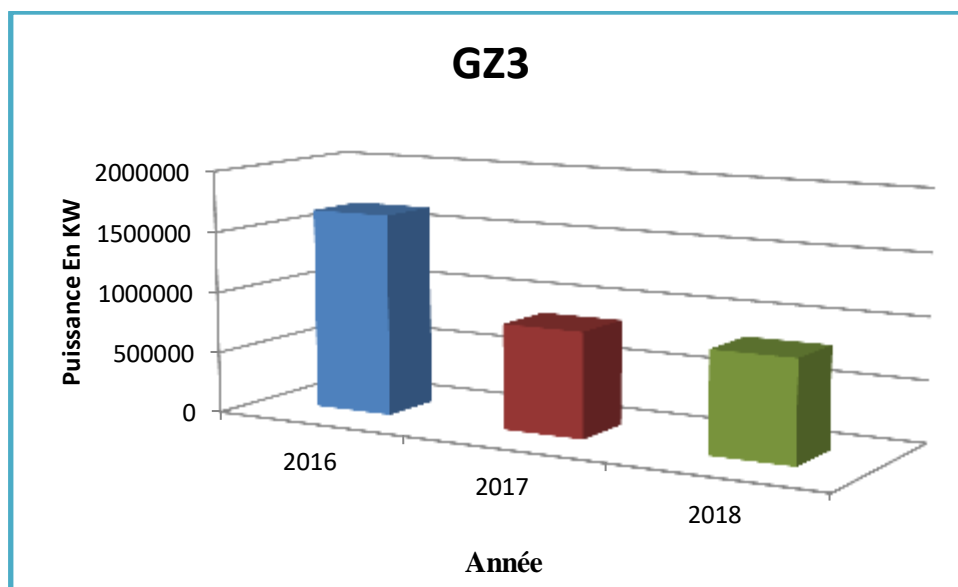


Figure III.27 : Puissance totale des turboalternateurs de GZ3.

La quantité de production totale de station GZ3 est décroissante de 50% entre 2016 et 2018.

III.8 Tarification

Dans sa politique énergétique, l'Algérie a opté, dès son indépendance, pour le développement des infrastructures électriques et gazières, et l'accès de la population à l'électricité et au gaz naturel ; ces deux vecteurs constituant une priorité qui vise l'amélioration de la qualité de vie du citoyen d'une part, et de la situation économique du pays, d'autre part.

L'électricité est fournie en Algérie par quatre filiales de la Sonelgaz : la **SDA** (Alger), la **SDC** (Centre et Sud), la **SDO** (Ouest) et la **SDE** (Est). Les prix du **kWh** d'électricité dans toutes les zones de distribution sont identiques et sont fixés par décret étatique et plus particulièrement par la CREG, l'organisme en charge de la régulation du marché énergétique. Le dernier décret en date, est le décret n°05-182 du 18 Mai 2005.

Aujourd'hui, la mise en place de mécanisme d'économie de marché fixe de nouveaux objectifs En matière de tarification : la production d'électricité sera rémunérée par le biais d'une tarification, soumise à l'approbation de la commission de régulation, prenant en compte, dans le cadre de contrats d'achat conclus entre les producteurs et l'opérateur du système, les tarifs devront couvrir les charges et assurer un seuil minimum d'autofinancement. Ils devront aussi rechercher l'efficacité économique et la rationalisation des comportements à travers le reflet des coûts réels.

Donc, Les tarifs de l'électricité applicable pour les clients sont :

- ✓ Fixés par la Commission de régulation de l'électricité et du gaz par décision CREG n° D/22-15/CD du 29 décembre 2015 portant fixation des tarifs de l'électricité et du gaz et sont donnés en hors taxes à compter du 1er janvier 2016.
- ✓ Uniformes sur tout le territoire national
- ✓ Composés de l'ensemble des coûts (Production, Transport, Distribution et commercialisation) vous permettant de disposer de l'énergie électrique au niveau de votre lieu de consommation.

III.8.1 Les paramètres de facturation sont :

- ✓ PMD
- ✓ PMA
- ✓ Répartition de l'énergie active dans le temps et le système tarifaire choisi
- ✓ Energie réactive

La station de compression Sonatrach est un client moyen consommateur de tension. Il a signé un contrat avec la Sonelgaz pour un tarif 42 et une PMD de 1000KW en HT (ces deux paramètres sont signalés dans les factures 2016; 2017 et 2018).

III.8.2 Tarification de l'électricité Haute Tension A :

Le tarif est une notion économique qui s'adresse aux clients. Sa forme doit être adaptée aux besoins de la clientèle. Ils désirent être alimentés en Haute Tension type A inférieure ou égale à 30KV et à une puissance maximale de 15000 kW. Lorsque la station est de code tarif 42 on voudrait le vérifier que la station a choisi est le bien adapté (optimal) pour sa consommation actuelle. Le tarif 42 choisi est mieux adapté que 41, 43 et 44 pour toutes les années. Ceci est dû au mode de fonctionnement.

- **Postes horaires sont définis sur la base de l'heure légale comme suit:**
- **Heures Pointe :** tous les jours de l'année de **17h à 21h** (correspond aux heures les plus chargées) ;
- **Heures Pleines :** tous les jours de l'année de **6h à 17h** et de **21h à 22h 30** (heure moyennement chargées) ;
- **Heures Creuses :** tous les jours de l'année de **22h 30 à 6h** (heures faiblement).

III.8.3 Les tarifs de l'électricité applicable aux clients :

Type de Tension	Base Tension		Moyenne Tension				Haute Tension			
Voltage	220/ 380 V		30/ 22/ 5.5 KV				60/ 90/ 200 KV			
Code Tarif	31	32	41	42	43	44	51	52	53	54
<u>Pointe</u>										
<u>Pleine</u>										
<u>Creuse (nuit)</u>										
<u>Hors Pointe</u>										
<u>Jour</u>										
<u>période Unique</u>										

Tableau III.14: Les choix des tarifs selon le type de tension

La tarification actuelle comporte un nombre limité de tarifs (10 pour l'électricité et 6 pour le gaz). Les numéros des tarifs sont composés de deux chiffres dont le premier indique la catégorie de la tension de livraison, le second identifie le tarif à l'intérieur de la série. Les abonnés (clients) sont libre, peuvent opter n'importe quel tarif qui convient à la tension consommée.

- ✓ Les tarifs **31, 41 et 51** comportent trois périodes tarifaires heures pointes, pleines et creuses. Le prix unitaire de l'énergie active durant les heures pointes est plusieurs fois supérieur que celui des heures pleines et des heures creuses.
- ✓ Les tarifs **42 et 52** ont deux périodes tarifaires pointes et hors pointes. dont la période « hors Pointes » présente la somme des heures des postes horaires pleines et creuses. Le prix de l'énergie en pointe est aussi nettement supérieur à celui des hors pointes.
- ✓ Les tarifs **43 et 53** ont deux périodes nuit et jour où le prix de l'énergie du jour est plusieurs fois supérieur à celui de la nuit.
- ✓ les tarifs **32, 44 et 54** ont une période unique.

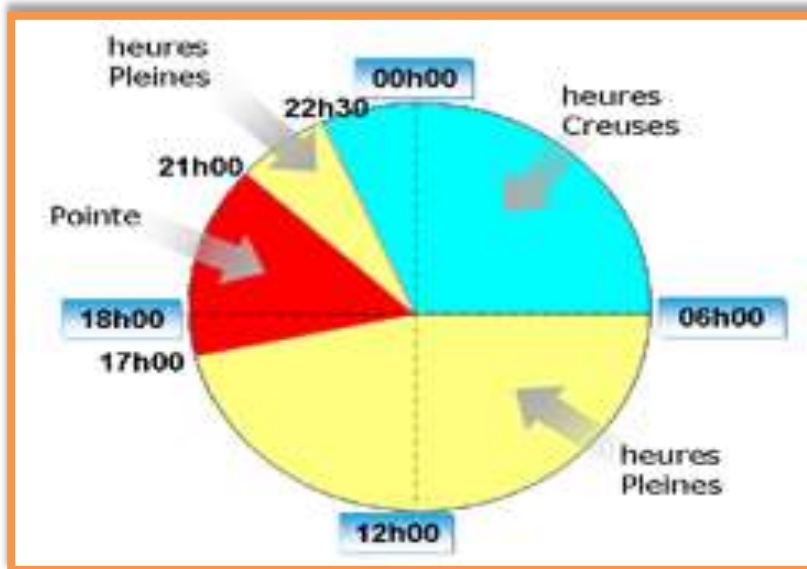


Figure III.28 : La répartition des types des heures selon la journée.

III.8.4 Formule tarifaire :

L'ensemble des tarifs du système tarifaire est caractérisé par une unité de structure. Tous les tarifs sont basés sur une seule formule polynôme (Terme Fixe, Facturation de la Puissance et Facturation de l'Energie). L'abonné a le choix de plusieurs tarifs pour chaque niveau de tension, puissance mise à disposition et puissance absorbée et poste horaires. Le prix de l'énergie est différencié selon les heures d'utilisation.

$$F = \underbrace{a}_{1^{\text{er}} \text{ Terme}} + \underbrace{cPC + dPA}_{2^{\text{ème}} \text{ Terme}} + \underbrace{\sum e_h E_h + g(w - rE)}_{3^{\text{ème}} \text{ Terme}}$$

F : montant mensuel en DA

1^{er} Terme : « a » est le terme constant en dinars par période (mois) il facture les redevances fixes relatives aux frais de gestion (relève, facturation, accueil) et l'entretien du raccordement au réseau, l'entretien courant et la vérification du comptage.

2^{ème} Terme : $cPC + dPA$

Ce terme facture la puissance selon deux grandeurs : PMD et PMA

c : Prix unitaire de la puissance mise à disposition (DA/kW/mois) ;

PC : Puissance mise à disposition;

d : Prix unitaire de la puissance absorbé en (DA/kW/mois) ;

PA : Puissance maximum absorbée par l'abonné durant la facturation et qui est donnée par un indicateur de maximum.

3^{ème} Terme : $\sum e_h E_h + g(w - rE)$

Les énergies actives et réactives sont facturées selon le 3^{ème} terme où :

e_h : Prix unitaire d'énergie active pour le poste horaire « h » en [DA/kWh] ;

E_h : Énergie active consommée au cours du mois dans le poste horaire « h » ;

g : Prix unitaire de l'énergie réactive en [DA/kVAR.h].

w : Énergie réactive (kVAR.h) consommée au cours du mois ;

E : Énergie active (kWh) consommée au cours du mois ;

r : Valeur du rapport $tg \phi = W / E$ la consommation d'énergie réactive donne lieu à une bonification ou à une majoration, elle est presque égale **0.50** ce qui correspond à un $\cos \phi$ de 0.894.

III.9 Gisements d'économie d'énergie :

III.9.1 Puissance mise à disposition (PMD) :

La PMD est la puissance que le SONELGAZ, en vertu d'un accord, met à la disposition du client pour ses besoins. Le choix de cette puissance combiné à l'option de tarif retenue, déterminera le montant de facture.

Il est stipulé que la réduction de la puissance mise à disposition n'est pas admise pendant la durée du contrat de fourniture d'électricité. Toutefois, étant donné que les puissances mises à disposition PMD et la PMA tourne autour de la PMD.

Durée de la PMD :

La PMD est contractée pour des durées d'au moins

- ✓ 5 ans pour les valeurs inférieures à 10 000 kW
- ✓ 10 ans pour les valeurs égales ou supérieures à 10 000 kW.

Révision à la baisse :

- ✓ Le client ne peut réviser à la baisse la valeur de la PMD contractée qu'après l'écoulement de ces durées et moyennant des préavis d'un an (PMD < 10 000 kW) et de trois ans (PMD >= 10 000 kW).

Révision à la hausse :

L'augmentation de puissance et la date de mise à disposition demandées par le client sont soumises à l'accorde de SONELGAZ.

- ✓ Si cette puissance est disponible, SONELGAZ satisfait immédiatement la demande du client,
- ✓ Si la nouvelle demande nécessite un renforcement du réseau, SONELGAZ la satisfera dans les limites des délais de réalisation de ce renforcement, qui sera à la charge du client.

- **Dépassement de la PMD :**

En cas de dépassement observés de la PMD :

- ✓ 1^{er} dépassement : le client est informé officiellement par SONELGAZ
- ✓ 2^{ème} dépassement constaté au cours de la période des douze (12) mois qui suit, SONELGAZ se réserve le droit, soit de :
 1. réajuster à la hausse la PMD à une nouvelle valeur, quand le réseau le permet,
 2. demander au client de prendre à ses frais les mesures nécessaires pour limiter la puissance appelée à la PMD.

III.10 Compensation de l'énergie réactive :

III.10.1 Energie électrique :

L'énergie électrique est distribuée sous forme de courant alternatif par les réseaux de distribution en haute, moyenne et basse tension aux clients. Les machines électriques utilisant le courant alternatif (moteurs, transformateurs, éclairage, etc.) mettent en jeu deux types d'énergie :

- L'énergie active consommée représente la puissance mécanique (travail) et les pertes (chaleur).
- L'énergie réactive consommée représente l'énergie utilisée par les circuits magnétiques des machines électriques.

- **Les principaux consommateurs d'énergie réactive dans l'industrie sont :**

- ✓ les moteurs asynchrones ordinaires,
- ✓ les fours à induction et à arc,
- ✓ les machines à souder,
- ✓ les transformateurs,
- ✓ les lampes à fluorescence.

Les prix de l'énergie active s'entendent pour une fourniture normalement accompagnée d'une proportion d'énergie réactive allant jusqu'à 50 % de l'énergie active.

Lorsque la consommation d'énergie réactive durant le mois de consommation considéré dépasse la proportion de 50 % d'énergie active, l'excédent est facturé au client selon les prix du tarif appliqué sous la forme :

- ✓ Majoration, si le rapport $\frac{\text{Energie Réactive}}{\text{Energie Active}} > 50 \%$.
- ✓ Bonification, si le rapport $\frac{\text{Energie Réactive}}{\text{Energie Active}} < 50 \%$.

III.10.2 Facteur de puissance :

On appelle facteur de puissance, noté F, le rapport entre la puissance active (kW) et la puissance apparente (kVAR) et peut varier entre 0 et 1 :

$$F = \frac{P}{S}$$

Il permet ainsi d'identifier facilement les appareils plus ou moins consommateurs d'énergie réactive.

Un facteur de puissance égal à 1 ne conduira à aucune consommation d'énergie réactive (résistance). Un facteur de puissance inférieur à 1 conduira à une consommation d'énergie réactive d'autant plus importante qu'il se rapproche de 0 (inductance).

Ce rapport est égal au $\cos \varphi$ lorsque le réseau ne transite qu'un courant à fréquence industrielle 50 Hz sans harmoniques, en présence d'harmoniques, ceci n'est vrai que pour le fondamental.

$$F = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

III.10.3 Compensation de puissance réactive:

Les distributeurs d'énergie électrique facturent en général la puissance apparente en (kVA) consommée sur la base de la mesure réalisée à l'aide du compteur d'énergie.

Si le facteur de puissance d'une installation est faible, l'intensité consommée sera grande d'où une facture électrique plus élevée.

Donc, pour augmenter le facteur de puissance $\cos \varphi$, il faut compenser la puissance réactive consommée par les récepteurs inductifs.

La compensation de puissance réactive est indispensable pour une correcte gestion technique et économique d'un système électrique en MT. Les bénéfices obtenus sont :

- **Optimisation technique :**
 - ✓ Diminution de la chute de tension.
 - ✓ Baisse des pertes en lignes à puissance active constante.
 - ✓ Augmentation de la puissance active disponible au secondaire des TRS.
 - ✓ Augmentation de la durée de vie des transformateurs, des équipements d'alimentation.
- **Optimisation économique :**
 - ✓ Suppression de la facturation des consommations excessives d'énergie réactive.
 - ✓ Réduction de la puissance souscrite en kVA.
 - ✓ Diminution de l'énergie active consommée en kWh.

III.10.4 Mise en place batterie de condensateurs ?

La mise en place des condensateurs sur un réseau électrique constitue ce que l'on appelle le mode de compensation :

1/ Compensation individuelle :

Compensation directe à la machine à compenser ; il s'agit de la solution technique la plus optimale pour réduire directement la consommation de réactive dans la charge. Son utilisation est habituelle pour les pompes, les moteurs ou les transformateurs

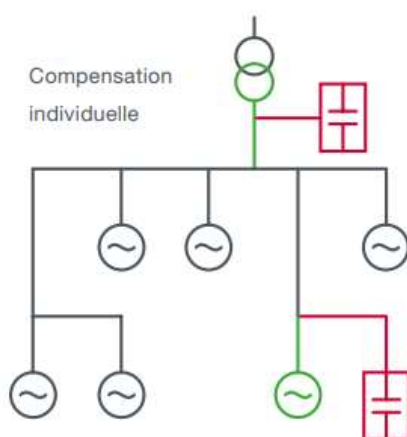


Figure III.29 : Compensation individuelle

2/ Compensation partielle (par groupe) :

Pour une compensation locale ou par secteurs, la batterie est implantée au niveau du groupe d'installations à compenser

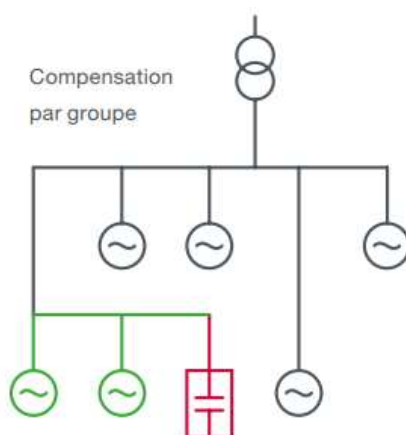


Figure III.30 : Compensation partielle

3/ Compensation globale :

Pour une compensation globale, la batterie est raccordée en tête d'installation et garantit la compensation pour l'ensemble des charges. C'est la solution la plus courante utilisée pour éliminer les pénalités imposées par le gestionnaire de réseau. Une solution qui permet aussi de soulager le poste de transformation

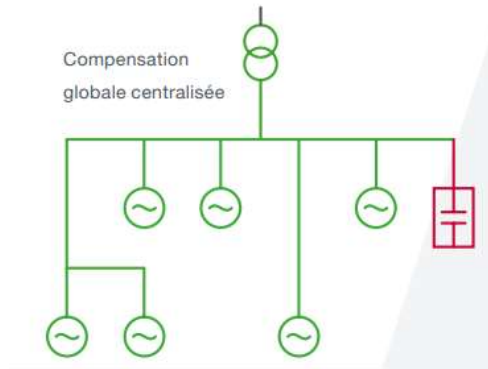


Figure III.31 : Compensation globale

III.10.5 Choix du type de compensation :

Il existe différents types de batteries de compensation :

- **Système à compensation fixe :**

L'on met en service l'ensemble de la batterie de condensateurs de valeur fixe délivrant une puissance réactive constante. La compensation fixe est souvent réservée à des applications où la puissance réactive est faible (moins de 15% de la puissance du transformateur) et la charge assez stable.

- **Système à compensation automatique:**

Mettant en jeu une batterie de condensateurs divisée en gradins et ces batteries sont en général installées juste avant le réseau de distribution ou avant un secteur du site. Le déclenchement des gradins est intégralement piloté par un régulateur var-métrique en fonction de la puissance réactive.

Remarque :

Les condensateurs sont sensibles aux courants harmoniques qui sont issus des équipements faisant appel à l'électronique de puissance (variateurs de vitesse, redresseurs, onduleurs, etc.), un filtre d'harmonique est donc parfois nécessaire.

Le fournisseur d'énergie électrique a fixé un seuil au-delà duquel il facture la puissance réactive trop consommée.

Ce seuil est calculé à partir de $\tan \varphi$:

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

- ✓ Si $\tan \varphi \leq 0,5$: Non facturation de l'énergie réactive consommée.
- ✓ Si $\tan \varphi > 0,5$: Facturation de l'énergie réactive supplémentaire.

La compensation de l'énergie réactive engendrera un gain, ce qui permettra de financer les batteries de condensateurs d'une puissance, ainsi le choix de tarif qui rend important.

III. 11 Choix du tarif simulation avec les différentes tarifications MT

A partir de simulation sur l'Excel pour le choix de tarif le plus optimal pour les installations alimentées en MT se fera dans la série 40, sachant qu'on peut opter pour un seul mais n'importe lequel des tarifs suivants 41 / 42 / 43 /44, et étudier pour avoir moins facture (la minimisation des coûts de l'énergie électrique) dans l'année pour les trois années 2016, 2017 et 2018 chaque un montant total.

- **Le choix des pourcentages des postes heureux sur la station de compression SONATRACH :**

Années	2016	2017	2018	Moyenne %
Energie consommée en Pointe %	17,16	16,06	16,72	16,65
Energie consommée en Pleine %	52,68	52,32	49,77	51,59
Energie consommée en Creuses %	30,17	31,62	33,52	31,77

Tableau III.15 : Energie consommée dans chaque type heureux pour les trois ans.

Années	2016	2017	2018
Energie Active Totale	28038	35610	56987
Energie consommée en Pointe	4810	5719	9526
Energie consommée en Pleine	14770	18631	28361
Energie consommée en Creuses	8458	11260	19100

Tableau III.16 : Energie active total dans chaque année.

DONC, on procède la répartition de la consommation selon la structure suivante :

- ✓ Heure Pointe : 17 %
- ✓ Heures pleines : 52%
- ✓ Heures creuses : 31%

Un choix judicieux du tarif peut engendrer des économies financières. Des simulations des tarifs 41, 43, 42 et 44 ont été établies pour les la station de Sonatrach et base de vie afin de les comparer avec le tarif actuel 42 et de déterminer le tarif optimal du coût le plus économique et le mieux adapté.

III.11.1 Station De Compression SONATRACH GZ1, GZ2, GZ3 :

- a. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2016 avec un TVA 17%

2016				
Mois	41	42	43	44
Janvier	82423,81	53397,67	54078,4	99659,32
Février	102473,07	83674,66	86177,89	131361,06
Mars	95815,97	73799,09	74144,66	119658,74
Avril	96770,78	75512,86	76205,52	121775,52
Mai	106124,59	86391,3	86730,75	133847,96
Juin	106040,07	86446,25	87527,54	133295,95
Juillet	112208,41	93923,99	94372,03	140018,36
Aout	110731,39	92118,89	92267,66	138143,21
Septembre	104459,19	83418,54	84536,16	130512,13
Octobre	101447	79484,5	80534,74	126422,1
Novembre	102811,66	82505,66	83711,66	129368,85
Décembre	107214,64	89241,84	90993,5	136639,49
Montants TOTAL (DA)	1228561,6	979957,25	991323,51	1540746,7

Tableau III.17 : Les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2016.

2016				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	1228561,6	979957,25	991323,51	1540746,7
Gains (DA)	248604,35	Meilleurs tarification	11366,26	560789,45

Tableau III.18 : Tableau de gain l'année 2016.

Les résultants de simulation montrent que le changement de tarif 42 au autres (41, 43, 44) n'est pas recommander ce que montre le tableau au-dessus.

- b. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2017 avec un TVA 19%

2017				
Mois	41	42	43	44
Janvier	106355,56	85723,9	86709,66	133755,36
Février	105755,51	86179,25	86879,02	133449,47
Mars	102320,68	80131,02	80947,82	127712,74
Avril	99606,11	76582,11	77286,03	123863,39
Mai	102584,39	81830,26	82483,63	128976,98
Juin	105230,92	83488,72	84412,51	131355,21
Juillet	114666,77	98153,31	98974,26	145746,08
Aout	91580,34	62236,78	63014,45	109714,36
Septembre	90628,95	61269,83	62021,53	108678,29
Octobre	140424,98	125290,2	128796,3	180029,99
Novembre	113729,81	97213,44	98029,55	144793,32
Décembre	112370,85	95582,44	96456,37	143316,23
Montants TOTAL (DA)	1285295,9	1033723,3	1046054,1	1611435,4

Tableau III.19 : Les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2017.

2017				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	1285295,9	1033723,3	1046054,1	1611435,4
Gains (DA)	251572,6	Meilleurs tarification	12330,8	577712,1

Tableau III.20 : Tableau de gain l'année 2017

Le tarif 42 est été bien choisi pour la station de compression n'est pas recommander de le changer aux autres tarifs ce que montre le tableau au-dessus.

- c. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2018 avec un TVA 19%

20180				
Mois	41	42	43	44
Janvier	88634,21	59266,17	60002,99	106635
Février	87460,01	58041,77	58694,79	105187,57
Mars	139721,21	125680,92	129094,23	180173,72
Avril	150789,35	137637,08	142148,68	195053,19
Mai	100744,7	77903,09	78655,48	125313,39
Juin	88857,39	59857,56	60569,1	107159,11
Juillet	103827,43	82210,99	83088,73	129954,91
Aout	128475,07	119070,17	119982,53	166906,25
Septembre	104127,23	82513,69	83396,27	130270,51
Octobre	88462,64	59096,88	59837,5	106475,84
Novembre	88805,43	59432,41	60160,91	106779,12
Décembre	157330,02	146350,64	151161,75	204563,94
Montants TOTAL (DA)	1327275,7	1067103,4	1086836	1664516,6

Tableau III.21 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2018.

2018				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	1327275,7	1067103,4	1086836	1664516,6
Gains (DA)	260172,3	Meilleurs tarification	19732,6	597413,2

Tableau III.22 : Tableau de gain l'année 2018.

Les résultants de simulation montrent que le changement de tarif 42 au autres (41, 43, 44) n'est pas recommander ce que montre le tableau au-dessus.

III.11.2 Base de vie de SONATRACH :

- a. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2016 avec un TVA 17%

2016				
Mois	41	42	43	44
Janvier	218679,02	206681,7	206200,09	282334,4
Février	212517,43	200500,25	202963,1	279827,86
Mars	202848,74	191036,48	193266,46	271310,49
Avril	189851,56	177181,07	176106,04	252925,92
Mai	215188,08	207270,58	207250,51	288142,85
Juin	275643,58	272236,2	272928,73	363199,8
Juillet	285229,21	290506,16	295223,99	498526,07
Aout	304089,44	302121,95	306364,99	397143,46
Septembre	247808,59	240389	238498,89	320303,31
Octobre	229762,7	218945,39	211022,42	287978,28
Novembre	222989,66	211315,65	205085,91	281023,38
Décembre	231674,84	226892,12	224495,09	440765,51
Montants TOTAL (DA)	2836323,9	2745118,6	2739449,2	3963525,3

Tableau III.23 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2016.

2016				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	2836323,9	2745118,6	2739449,2	3963525,3
Gains (DA)	91205,3	Mauvaise tarification	-5669,4	1224076,1

Tableau III.24 : Tableau de gain l'année 2016.

Les résultats de simulation montrent que le changement de tarif 42 au 43 est recommandé ce que montrent le tableau au-dessus, donc le tarif 43 est le mieux adapté pour la consommation actuelle.

- b. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2017 avec un TVA 19%

2017				
Mois	41	42	43	44
Janvier	243598,58	231967,08	234660,49	312284,27
Février	217113,85	204325,87	208048,78	283639,06
Mars	212252,38	199916,04	201878,24	281080,15
Avril	200061,27	188435,21	187886,46	267203,04
Mai	238236,32	231277,78	231538,49	318005,25
Juin	299143,42	308816,79	311778,3	571366,32
Juillet	351765,73	339091,02	366484,77	481196,72
Aout	391773,65	398255,14	410173,05	503497,14
Septembre	249519,73	241216,85	238479,97	322061,91
Octobre	243491,42	233574,68	225049,95	306181,54
Novembre	244529,17	236234,7	228108,48	310111,65
Décembre	242092,13	231515,61	227382,19	306818,75
Montants TOTAL (DA)	3133618,7	3044668,8	3071512,2	4263489,8

Tableau III.25 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2017.

2017				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	3133618,7	3044668,8	3071512,2	4263489,8
Gains (DA)	88949,9	Meilleurs tarification	26843,4	1191977,6

Tableau III.26 : Tableau de gain l'année 2017

Les résultants de simulation montrent que le changement de tarif 42 au autres (41, 43, 44) n'est pas recommander ce que montre le tableau au-dessus.

- c. On a calculé les montants en (DA) dans chaque quatre Tarif pour les 12 mois l'année 2018 avec un TVA 19%

2018				
Mois	41	42	43	44
Janvier	245661,06	235596,22	240043,28	320058,45
Février	231496,56	220642,47	225083,26	304010,17
Mars	231934,13	22142,17	226248,82	309852,11
Avril	213484,78	202121,36	206032,9	28172,99
Mai	227116,18	219914,19	219558,14	304046,41
Juin	255300,57	248554,12	254038,93	338164,25
Juillet	285073,2	281399,58	284018,98	373054,2
Aout	289666,15	287507,49	291632,34	383490,47
Septembre	271149,68	264422,86	265272,48	350345,77
Octobre	241286,93	230987,18	227132,04	308077,85
Novembre	268187,74	264377,79	252609,21	346303,48
Décembre	270828,39	265065,49	255426,72	348121,5
Montants TOTAL (DA)	3031226,4	2742772,9	2947140,1	3713741,7

Tableau III.27 : les prix mensuel dans chaque type de tarif de l'année 2018

2018				
Code Tarif	41	42	43	44
Montants Total (DA)	3031226,4	2742772,9	2947140,1	3713741,7
Gains (DA)	288453,5	Meilleurs tarification	204367,2	766601,6

Tableau III.28 : Tableau de gain l'année 2018

Les résultants de simulation montrent que le changement de tarif 42 au autres (41, 43, 44) n'est pas recommander ce que montre le tableau au-dessus.

III.12 Analyse de la PMA

D'après les facture de Sonelgaz qui été relevant de compteur de la station de Sonatrach et la base de vie la PMA au forfait en prenant la facturation une indication de **(3, 4 kW)** comme valeurs minimale où dans quelques mois de **(186, 212 et 263 kW)** comme valeurs maximale dans la station de Sonatrach, dans la base de vie on a des valeur minimale **(81,84,88,92 et 96 kW)** et des valeurs maximale dans quelques mois de **(186 et 239 kW)**.

D'autre part faut savoir la puissance de chaque transformateur dans la station et dans base de vie donc on a :

1. Station GZ1 :

Total de transformateurs : 2×630 kVA MT/BT dont 1×630 kVA à vide et La puissance totale de 363 kW

2. Station GZ2 :

Total de transformateur : 2×630 kVA MT/BT dont 1×630 kVA à vide et La puissance totale de 363 kW

3. Base de vie :

Total de transformateur : 2×630 kVA MT/BT dont 1×630 kVA à vide et La puissance totale de 363 kW

Donc, pour la PMD 1000 kW est trop excessive il faut avoir PMD moins que 1000.

Les puissances de mise disposition (PMD) que Sonelgaz offre au client sont :

50-80-120-200-320-500-650-800-1000-1500-2000-2500-3000-4000-4500-5000-7500-10000-12500-15000

III.12.1 Choix de PMD pour GZ1/GZ2 et GZ3 et la base de vie :

1. Station de Sonatrach GZ1, GZ2 et GZ3 :

Energie active par mois : **2549 kW/mois**

Energie réactive par mois : **9495 kVAR/mois**

- PMA : **104 kW**
- Heure point : **410 kWh**
- Heure plein : **1449 kWh**
- Heure creuse : **690 kWh**

2. Base de vie :

Energie active par mois : **49520 kW/mois**

Energie réactive par mois : **45314 kVAR/mois**

- PMA : **120 kW**
- Heure point : **9041 kWh**
- Heure plein : **21615 kWh**
- Heure creuse : **18864 kWh**

On calcule la facture de la station de Sonatrach et de base de vie avec différent PMD 1000 et 500 kW pour avoir le gain et de choisi le meilleur PMD pour l'économisiez la facture :

	2016	
	GZ1/GZ2 et GZ3	Base de vie
PMD = 1000 kW	979957,25	2742772,9
PMD = 500 kW	460357,29	2085462,18
Gain (DA)	519599,96	657310,72

Tableau III.29 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2016

	2017	
	GZ1/GZ2 et GZ3	Base de vie
PMD = 1000 kW	1033723,3	2745118,6
PMD = 500 kW	494568,19	2508267,41
Gain (DA)	539155,11	236851,19

Tableau III.30 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2017

	2018	
	GZ1/GZ2 et GZ3	Base de vie
PMD = 1000 kW	1067103,4	3044668,8
PMD = 500 kW	507913,49	2490757,79
Gain (DA)	559189,91	553911,01

Tableau III.30 : Tableau de gain pour la station et base de vie en 2018

D'après les résultats de calcule et le gain, Il est nécessaire de revoir la PMD avec le changement de compteur. La PMD de **500 kW** est suffisante pour la station et la base de vie.

III.13 Amélioration le facteur de puissance :

L'installation d'un condensateur générateur d'énergie réactive est un moyen simple et souple pour l'amélioration du facteur de puissance.

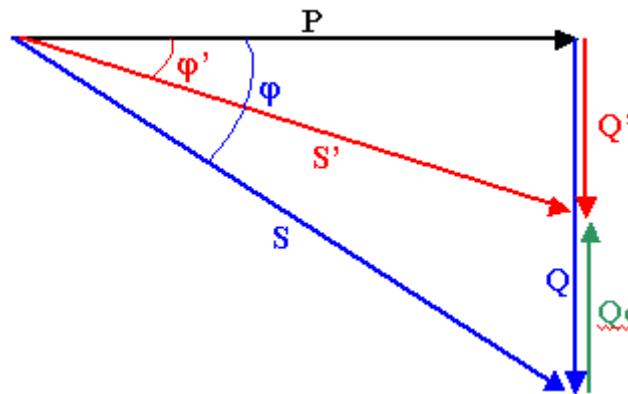


Figure III.32 : Schéma de principe de la compensation.

La figure ci-dessus illustre le principe de compensation de la puissance réactive Q d'une installation à une valeur plus faible Q' par la mise en œuvre d'une batterie de condensateurs de puissance Q_c , dans le même temps la puissance apparente passe de S à S' .

$$Q_c = P \times (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

Avec :

Q_c : Puissance de la batterie de condensateurs en KVAR ;

P : Puissance active de la charge en KW;

$\tan \varphi$: Tangente de l'angle de déphasage de l'installation avant compensation ;

$\tan \varphi'$: Tangente de l'angle de déphasage après installation de la batterie de condensateur.

Les factures nous montrent que la station et la base de vie sont toujours pénalisées par une consommation d'énergie réactive malgré leurs faibles utilisations.

L'étude de compensation a pour but d'effacer la majoration de surfacturation pour ce faire il faut déterminer les kVAR à ajouter pour pallier à l'excès de facturation et prolonger la durée de vie des équipements.

III.13.1 Calcule de la puissance réactive de condensateur à utiliser :

✓ Station Sonatrach :

$$P = 28038 \text{ kW}$$

$$Q = 103025 \text{ kVAR}$$

$$\tan \varphi = 3,57$$

On a $Q > \frac{P}{2}$, Dans ce cas cette valeur présente un malus, Pour augmenter le facteur de puissance :

$$\tan \varphi' = 0.203 \text{ c'est à dire } \cos \varphi = 0.98$$

$$Q_c = P \times (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

$$Q_c = 28038 \times (3.57 - 0.203) = 94404 \text{ kVAR}$$

Le choix d'une batterie de compensation normalisé de **94404 kVAR**.

✓ Base de vie :

$$P = 855850 \text{ kW}$$

$$Q = 712594 \text{ kVAR}$$

$$\tan \varphi = 0.83$$

Pour augmenter le facteur de puissance : $\tan \varphi' = 0.203$ c'est à dire $\cos \varphi = 0.98$

$$Q_c = P \times (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

$$Q_c = 855850 \times (0.83 - 0.203) = 536617 \text{ kVAR}$$

Le choix d'une batterie de compensation normalisé de **536617 kVAR**.

	2016			2017			2018		
	P	Q	$\tan \varphi$	P	Q	$\tan \varphi$	P	Q	$\tan \varphi$
Station Sonatrach	28038	103025	3.57	35610	128978	3.6	56507	128028	2.3
Base de vie	855850	712594	0.83	607798	533065	0.88	547787	503165	0.84

Tableau III.31 : Les énergies totale et le tangent pour les trois années dans la station et la base de vie

✓ Pour la station Sonatrach :

	Montant (DA)		
	2016	2017	2018
Avant compensation	886869,46	816744,44	855269,6
Après compensation	432184,32	511040,45	530939,99
Gains	454685,14	305703,99	324329,61

Tableau III.32 : Tableau de gain de la compensation pour la station Sonatrach

La compensation de l'énergie réactive pour les trois ans près de **1084718,74 DA**

✓ **Pour la base de vie :**

	Montant (DA)		
	2016	2017	2018
Avant compensation	2477384,1	2604910,3	2704291,3
Après compensation	2134467,8	2348842,6	2264516,4
Gains	342916,32	256067,73	439774,84

Tableau III.33 : Tableau de gain de la compensation pour la base de vie

La compensation de l'énergie réactive pour les 3 ans près de **1038758,89 DA**

III.14 L'éclairage :

On suppose on a en total 250 poteaux dans station et la base de vie de l'ordre 400 w par lampe

	par mois	par an
Energie kWh	36000	432000
Prix (DA)	65030	780364

Tableau III.34 : Tableau de consommation de l'éclairage traditionnelle

SOLUTIONS :

Les poteaux solaires sont très largement utilisés dans de nombreuses villes à travers le monde. L'adoption de technologies d'éclairage solaire réduit considérablement les coûts d'électricité et les émissions des gaz à effets de serre, aussi c'est poteaux solaire sont de 12 à 24V un voltage très sécuritaire, ne peut pas être comme danger pour l'être humain et de durée de vie 20 ans.



Figure III.33 : Eclairage par des panneaux solaire.(https://fr.made-in-china.com/co_qc-solar-light/product_New-Product-Outdoor-Light-LED-Light-Solar-Light_rrsughnig.html)

III.15 Récapitulation générale des gains :

a. Economies annuelle à réaliser pour la station Sonatrach :

Code tarif	Station Sonatrach		
	2016	2017	2018
PMA	519599,96	539155,11	559189,91
Compensation	454685,14	305703,99	324329,61
Eclairage	780364	780364	780364
Gain Total (DA)	1754649,1	1625223,1	1663883,52

Tableau III.34 : Tableau de gain total pour la station Soantrach pendant trois années

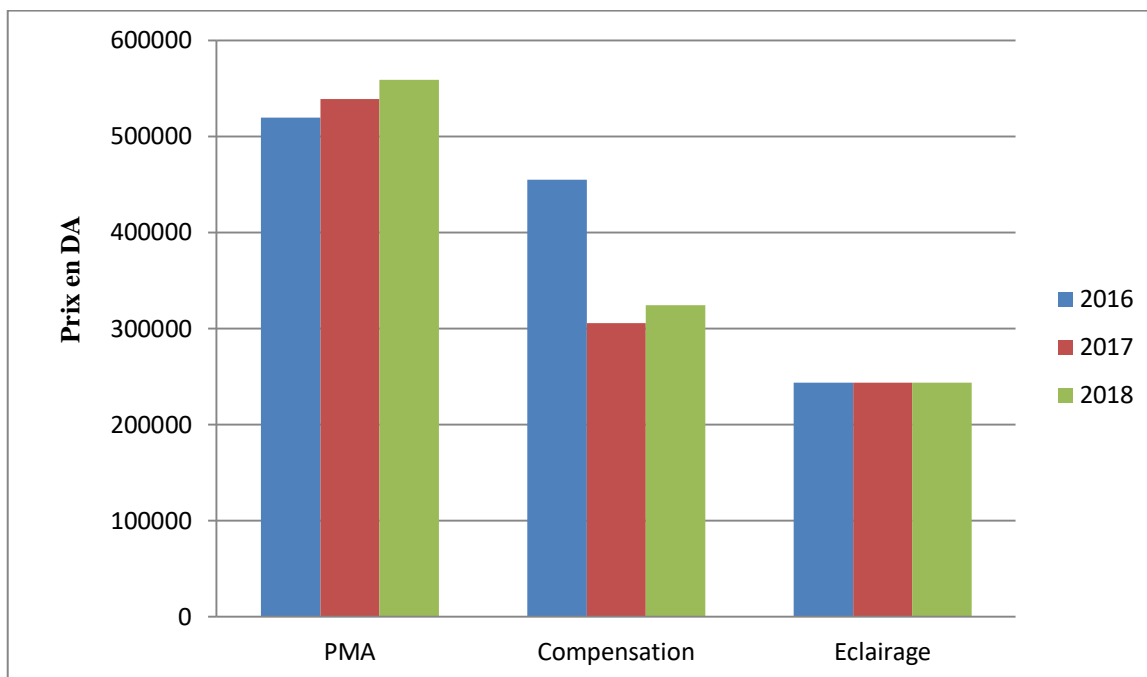


Figure III.34 : Les montants payés par entreprise sur les trois années de station Sonatrach

D'après le graphe on voit que le type de PMA qui été choisi par entreprise à causer dans la station Sonatrach seule plus que de 50 million DA par an comme une perte dans la facture.

b. Economies annuelle à réaliser pour la base de vie :

	Base de vie		
	2016	2017	2018
Code tarif	5669,4		
PMA	657310,72	236851,19	553911,01
Compensation	342916,32	256067,73	439774,84
Gain Total (DA)	1005896,44	492918,92	993685,85

Tableau III.35 : Tableau de gain total pour la base de vie pendant trois années

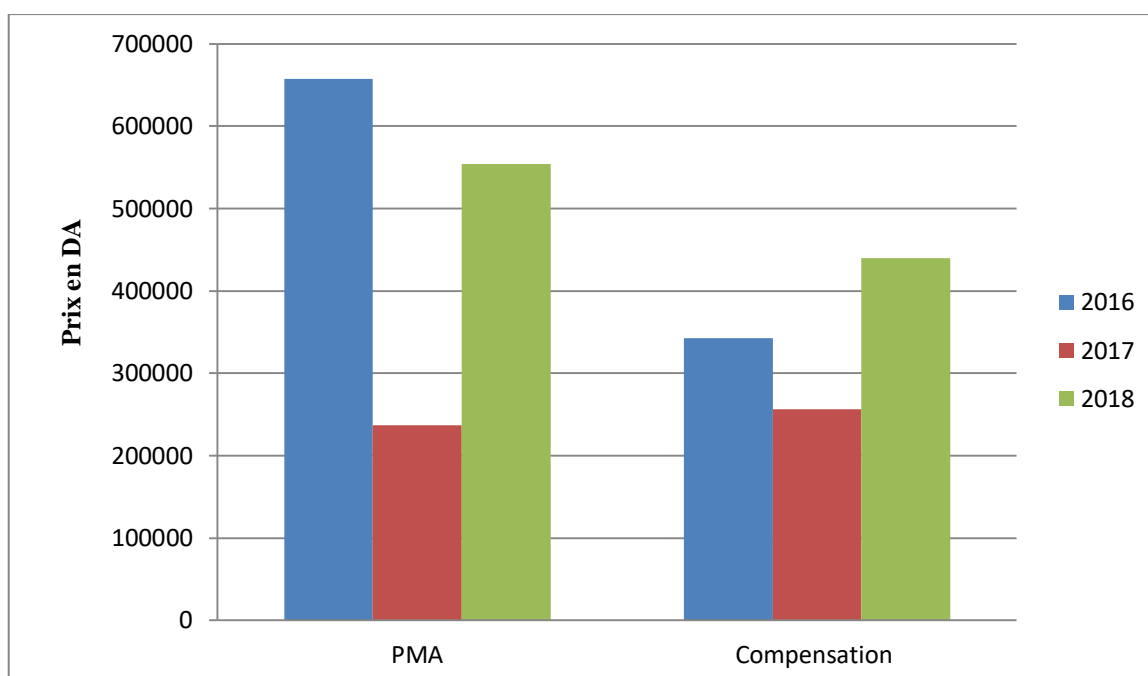


Figure III.35 : Les montants payés par entreprise sur les trois années de la base de vie

Le même cas avec la base de vie la PMA a causé plus de 55 million DA comme perte dans la facture et juste dans la dernière année.

• Economies annuelle à réaliser total :

	Station et base de vie		
	2016	2017	2018
Gain Total (DA)	2760545,54	2118142,02	2657569,37

Tableau III.36 : Tableau des gains totaux pour la station Soantrach et la base de vie pendant trois années.

III.16 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons entamé à l'analyse des paramètres qui peuvent influencer le bilan de puissance et l'efficacité énergétique à travers les courbes et les graphes on peut visualiser et diagnostiquer les taux de consommations.

Pour la PMA, il nécessaire à entreprise de le changer pour avoir moins facturation dans le sens d'économiser de l'énergie.

Pour éviter toute augmentation de la facture, cela devrait à entreprise diminuer la consommation dans des heures creuses.

Le tarif choisi par entreprise est bien adapté avec la consommation.

La station de compression a un facteur de puissance faible et peut être amélioré si on exploite au mieux les batteries disponibles.

Conclusion générale

On sait que les pays se vivent par l'énergie, plus d'énergie on a, plus nous consommes, ce que l'intérêt principal de ce travail est de contribuer à une meilleure compréhension des processus de maîtrise d'énergie en Algérie dans tous les secteurs, savoir gérer et optimiser les consommations d'énergie.

D'après notre étude le gain total depuis 3 ans est de 7536256.93 DA.

Pour cela, utilisation des programmes pour optimiser l'efficacité énergétique est essentielle dans chaque secteur d'énergie.

L'importance des énergies renouvelables qui font actuellement l'objet de plusieurs recherches scientifiques à travers le monde.

En perspective le travail présenté dans ce mémoire pour les méthodes technico économique d'optimiser l'énergie ne sont pas les seules, peut prendre en compte aussi la qualité et les dimensions des câbles, des programmes linéaire et non linéaire de la méthode de Newton sur la réparation d'énergie et améliorer l'isolation des bâtiments.

L'Algérie peut devenir un modèle pour d'autres pays grâce à la surface et le potentiel solaire, son désert du Sahara. L'État Algérien considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de richesse et d'emplois.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. La maitrise d'énergie : https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/loi_99-09_5b68630e15102.pdf
2. Les énergies renouvelables : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01474921/document>
3. Maîtriser les risques technologiques et environnementaux :
[**https://negawatt.org/Contexte-et-enjeux**](https://negawatt.org/Contexte-et-enjeux)
4. Brahim BAOUCHI Directeur de la Programmation et de la Prospective. Programme d'Efficacité Énergétique en Algérie : <https://www.globalelectricity.org/content/uploads/Presentations-Group-1.pdf>
5. l'efficacité énergétique électrique : [**http://circuitor.com/fr/formation/efficacite-energetique-electrique/qu-est-ce-que-l-efficacite-energetique-electrique**](http://circuitor.com/fr/formation/efficacite-energetique-electrique/qu-est-ce-que-l-efficacite-energetique-electrique)
6. l'énergie solaire en Algerie : <https://www.algerie-eco.com/2018/04/04/energie-solaire-lalgerie-enfin-determinee-a-exploiter-son-enorme-potentiel/#:~:text=L'Alg%C3%A9rie%20est%20en%20effet,10%20fois%20la%20consommation%20mondiale.>
7. Energie éolien : <https://total.direct-energie.com/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/energie-renouvelable/quels-sont-les-differents-types-d-eoliennes>
8. Samy Bouchaib, « Algérie - Canada : Opportunités de partenariat dans l'énergie - Portail Algerien des ENERGIES RENOUVELABLES » [archive], sur portail.cder.dz (consulté le 16 janvier 2017)
9. Statistique de production hydroenergie en Algerie :
<https://perspective.usherbrooke.ca/bilan/servlet/BMTendanceStatPays?langue=fr&codePays=DZA&codeTheme=6&codeStat=EG.ELC.HYRO.ZS>
10. Un moteur principale de développement durable en Algerie : <http://era.dz/2014/wp-content/uploads/2014/11/CDER.pdf>
11. le plan d'action en matière d'efficacités énergétiques : <http://www.nouara-algerie.com/2015/08/le-plan-d-action-en-matiere-d-efficacite-energetique.html>
12. comptage et compteur électrique :
https://www.researchgate.net/publication/323228392_Comptage_et_Compteurs_Electrique
13. Prix de kwh en Algerie : <https://algerie-electricite.com/faq/prix-kwh>
14. La tarification : <https://creg.dz/index.php/consommateurs/tarification>

15. https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/loi_nd_02-01_du_05_fevrier_2002_relative_a_l'electricite_et_a_la_distribution_du_gaz_par_canalisation_5b6700d95f092.pdf

15. l'énergie réactive : <https://entreprises-collectivites.engie.fr/besoins/energie-reactive-poste-deconomies/>

16. La facture de puissance : http://www.alpestechnologies.com/sites/all/images/pdf/CF-alpes_technologies-Dephassage-et-facture-de-puissance.pdf