

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Electrique



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

Présenté par :

Bilal boutaba.

Bilal cheriet

**Thème :**

Analyse de la consommation électrique Audit énergétique du station d'alimentation en eau potable de la ville de Ouargla

Soumis au jury composé de :

M<sup>r</sup> Bouhadouza Boubekour

MAA

Président

UKM Ouargla

M<sup>r</sup> Kadri Mohammed yacine

MAA

Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla

M<sup>r</sup> Boukaroura abdelkader

MAB

Examineur

UKM Ouargla

**Année universitaire 2021/2022**

## Remerciement

A l'occasion de l'obtention de notre diplôme de master, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements, notre appréciation et notre gratitude à la famille universitaire, Kasdi Merbah, Ouargla, et à nos professeurs de la filière génie électrique, spécialisés en génie électrotechnique industriel, pour l'information, conseils et orientations qu'ils nous ont prodigués tout au long de notre parcours à l'université.

Et un merci spécial à notre superviseur, le professeur Dr Kadri Ahmed Yacine, pour ses efforts considérables, ses précieuses idées et son dévouement pour nous aider à atteindre cet objectif.

Et sans oublier de remercier tous les travailleurs de la Société Algérienne des Eaux

Pour les informations qu'ils nous ont données pendant notre période d'attente

## Dédicace

Je dédie cet humble travail:

A mes chers parents, que Dieu les préserve A mes chers frères et sœurs.

À tous mes amis. Et tous ceux qui nous ont soutenu et partagé ce moment de près ou de loin

## LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1 : STATION AIN-EL KHEIR.....	6
FIGURE I.2 : ARMOIRE DE FILTRE À SABLE.....	6
FIGURE I.3 : ARMOIRE DE M.C.C (AIN- EL KHEIR) .....	7
FIGURE I. 4 : ARMOIRE DES POMPES TRAITÉE .....	7
FIGURE I.5 : VARIATEUR DE VITESSE POUR LA POMPE HAUTE PRESSION.....	8
FIGURE I.6 : SUPPRESSEUR .....	8
FIGURE I.7 : POMPE D'ALIMENTATION DES FILTRES À SABLE.....	9
FIGURE I.8 : POMPE DE LAVAGE .....	9
FIGURE 1.9 : POMPE À HAUTE PRESSION POUR OSMOSE INVERSE .....	10
FIGURE I.10 : POMPE DES EAUX DES SAUMURES.....	10
FIGURE I.11 : POMPE DE FILTRE À SABLE .....	11
FIGURE II.1 : FACTUR SONELGAZ DE STATION AIN-EL KHEIR DÉCEMBRE 2021.....	16
FIGURE III. 1 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE DE STATION AIN-EL KHEIR.....	33
FIGURE III.2 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE DE STATION GHERBOUZ.....	33
FIGURE III. 3 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE DE STATION BOUZID.....	34
FIGURE III. 4 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE DE STATION IFRI.....	34
FIGURE III. 5 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE DE STATION MEKHADMA.....	35
FIGURE III. 6 : LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE DES STATIONS D'EAU DE L'UNITÉ OUARGLA POUR L'ANNÉE 2021 .....	35
FIGURE III.7 : CONSOMMATION D'ÉNERGIE RÉACTIVE DES STATIONS D'EAU DANS L'UNITÉ D'OUARGLA POUR L'ANNÉE 2021.....	36
FIGURE III.8 : MONTANT STATION AIN-EL KHEIR .....	36
FIGURE III. 9 : MONTANT DE STATION GHERBOUZ.....	37
FIGURE. III .10: MONTANT DE STATION BOUZID .....	37
FIGURE. III. 11 : MONTANT DE STATION IFRI.....	37
FIGURE III.12 : MONTANT DE STATION MEKHADMA .....	38
FIGURE III. 13 : EVOLUTIONS DES PUISSANCES MAXIMALES ATTEINTES STATION AIN-EL KHEIR .....	39

FIGURE III.14 : EVOLUTION DES PUISSANCES MAXIMALES ATTEINTES STATION GHERBOUZ.....	39
FIGURE III.15 : EVOLUTION DES PUISSANCES MAXIMALES ATTEINTES STATION H. BOUZID.....	40
FIGURE III.16 : EVOLUTION DES PUISSANCES MAXIMALES ATTEINTES STATION IFRI.....	40
FIGURE III. 17 : EVOLUTION DES PUISSANCES MAXIMALES ATTEINTES STATION MEKHADMA .....	41
FIGURE III. 18 : RÉPARTITION DU MONTANT TOTAL DE LA FACTURE AVANT OPTIMISATION.....	43
FIGURE III. 19 : RÉPARTITION DU MONTANT TOTAL DE LA FACTURE APRÈS OPTIMISATION.....	46

## LISTE DES TABLEAU

TABLEAU I.1 : PUIITS DE STATION AIN-EL KHEIR.....	11
TABLEAU I.2 : PUIITS DE STATION BOUZID.....	11
TABLEAU II.1 : DES ÉLECTRICITÉ TARIFS APPLICABLES EN HAUTE TENSION CLASSE A(HTA) POUR UNE PUISSANCE COMPRISE ENTRE 40 KVA ET15000KVA.....	15
TABLEAU II.2 : PÉRIODES TARIFAIRES DES TARIFS MOYENS TENSION (42)...	15
TABLEAU II.3 : CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE STATION AIN- EL KHEIR.....	21
TABLEAU II. 4 : CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE STATION GHERBOUZ.....	22
TABLEAU II. 5 : CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE STATION H .BOUZID .....	23
TABLEAU II. 6 : CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE STATION IFRI.....	24
TABLEAU II. 7 : CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE STATION MEKHADMA.....	25
TABLEAU II. 8 : DONNÉES SUR LA PRODUCTION ET LA LIVRAISON DE LA VILLE D'OUARGLA.....	27
TABLEAU III. 1 : FACTURES DE STATION AIN-EL KHEIR.....	30
TABLEAU III. 2 : FACTURES DE STATION GHERBOUZ .....	31
TABLEAU III. 3 : FACTURES DE STATION H .BOUZID.....	31
TABLEAU III. 4 : FACTURES DE STATION IFRI.....	32
TABLEAU III. 5 : FACTURES DE STATION MEKHADMA.....	32
TABLEAU III. 6 : PMD ET PMA SUR 2021.....	38
TABLEAU III.7. SITUATION AVANT L'AMÉLIORATION ACTION DE PÉRIODE.....	44
TABLEAU III.8. SITUATION DE LA FACTURATION APRÈS L'AMÉLIORATION.....	45

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : 'ADEME' audit énergétique dans les bâtiments -décembre 2014.
- [2] : 'APRUE' agence pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie est un établissement public à caractère industriel et commercial placée sous la tutelle du ministère de l'énergie
- [3] : Taguelmimt samia et klioua noureddine «audit énergétique et dimensionnement en énergie solaire photovoltaïque de l'algérie presse service» mémoire fin de cycle
- [4] ministère de l'énergie et des mines « <https://www.energy.gov.dz/> »
- [5] : Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire N°84
- [6] : ADE ; Société algérienne des eaux.
- [7] : Document ONA Tiaret.
- [8] : <https://www.Sadeg.Dz> site officiel de sonelgaz
- [9] : Nkuna kabengele jacques« audit énergetique des installations d'alimentation en eau potable de la ville de matadi en r.D congo » mémoire de magister institut international de l'ingénierie de l'eau et de l'environnement présenté par 17 septembre 2010

## LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : ALGÉRIENNE DES EAU

OGX : OUARGLA

L'APRUE : EST UN ORGANISME INDUSTRIEL ET COMMERCIAL CONCERNÉ PAR L'ÉLABORATION, LA MISE EN ŒUVRE ET LE SUIVI DES PROGRAMMES

NATIONAUX D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

AEP : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

MT : MOYENNE TENSION

BT : BASSE TENSION

P : PUISSANCE ACTIVE

Q : PUISSANCE RÉACTIVE

S : PUISSANCE APPARENT

EA : ENERGIE ACTIVE

ER : ENERGIE RÉACTIVE

PMA : PUISSANCE A MISE DISPOSITION

PMD : PUISSANCE MAXIMAL ATTEINTE

PP : PUISSANCE DE POINTE

FP : FACTEUR DE PUISSANCE

TVA : TAXE

HZ : FRÉQUENCES

M.C.C : MOTOUR CONTROL CENTER

H.M.T: LA HAUTEUR MANOMÉTRIQUE TOTALE

MCE :MÈTRES DE COLONNE D'EAU

$\eta$  : RONDEMENT

IN : COURANT NOMINAL

PN : PUISSANCE NOMINAL

N : LA VITESSE DE ROTATION

C L : EST LE PRODUIT DES RAPPORTS DE TRANSFORMATION

P0 : LES PERTES À VIDE

TP : TRANSFORMATEUR DE POTENTIEL,

TC : TRANSFORMATEUR DE COURANT

PC : DES TRANSFORMATEURS APPARAISSENT SUR LA FACTURE

## SOMMAIRE

REMERCIEMENT.....	
DÉDICACE.....	
RÉSUMÉ.....	
LISTE DES FIGURES.....	I
LISTE DES TABLEAUX .....	II
SYMBOLES –NOTATION ABRÉVIATIONS.....	III
INTRODUCTION GÉNÉRALE	

### CHAPITER I : NOTIONS SUR L'AUDIT ENERGETIQUE

I.1 INTRODUCTION.....	2
I.2.POLITIQUE NATIONALE POUR LA MAÎTRISE D'ÉNERGIE.....	2
I.3.DÉFINITION DE L' AUDIT ENERGETIQUE.....	2
I.4.OBJECTIF DE L' AUDIT.....	3
I.5.LE CADRE LÉGAL DE L' AUDIT .....	4
I.6.ÉTAPES DE L' AUDIT... ..	4
I.7.LE CONTENU DE RAPPORT DE L' AUDIT .....	4
I.8.OBJECTIF DE L' AUDIT D'ADE OUARGLA ÉNERGÉTIQUE .....	5
I.9. DESCRIPTION DU SITE DE L'ÉTUDE ET SON ENVIRONNEMENT.....	5
I.10. PRÉSENTATION DE L'UNITÉ ADE OGX SITE DE L'ETUDE.....	5
I.11. CONCLUSION.....	11

### CHAPITER 2 : FACTURATION L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

II.1.INTRODUCTION .....	12
II.2. FACTURATION DE L'ÉNERGIE .....	12
II.2.3. INFLUENCE DU TYPE DE COMPTAGE .....	12
II.3. ÉLABORATION DE LA FACTURE .....	12
II.3.1. LES INDEX .....	12
II.3.2. COEFFICIENT DE LECTURE .....	13
II.3.3. COEFFICIENT DE CORRECTION .....	13
II.3.4. MOYENNE TENSION (MT).....	13
II.3.5. BASSE TENSION (BT).....	14
II.3.6.PRESENTATION DES TARIFS .....	14
II.3.7. PUISSANCE MISE À DISPOSITION (PMD) .....	16
II.3.8. PUISSANCE MAXIMALE ATTEINT (PMA).....	17

II.3.9. REDEVANCES FIXES .....	17
II.3.10. MAJORATION ET BONIFICATION.....	17
II.3.11.TAXE DIVERSES .....	17
II.3.12.ÉLÉMENTS DE LA FACTURE D'ÉNERGIE MT .....	18
II.3.13.PÉNALITÉ POUR DÉPASSEMENT DE LA PUISSANCE MISE À DISPOSITION.....	18
II.3.14.FACTEUR DE PUISSANCE MOYEN DE MOIS (COS PH) ;;	18
II.4.MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	19
I.5.RÉSULTATS ATTENDUS .....	20
I.6.INVENTAIRE DES DONNÉES COLLECTÉ.....	20
II.6.1.FACTURES DE CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉL.....	20
II.6.2.ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES.....	26
II.6.3.VÉRIFICATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS LES STATIONS DE POMPAGE.....	26
II.6.4.DONNÉES SUR LES QUANTITÉS D'EAU PRODUITE OU POMPÉE .....	27
II.7.CONCLUSION.....	28
<b>CHAPITRE 3 : AUDIT ENERGETIQUES DES SITESADE OUARGLA</b>	
III.1.INTRODUCTION.....	29
III.2.ANALYSE DE LA FACTURATION ÉLECTRIQUE .....	29
III.2.1.IOBJECTIF DE L'AUDIT LA FACTURATION ÉLECTRIQUE .....	29
III.2.2.PROFILS DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUES.....	33
III.2.2.1.CONSOMMATION D'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE POUR CHAQUE STATION .....	33
III.2.2.2.CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DES SITES DE STATION DE LA VILLE D'OUARGLA PÉRIODE : 2021.....	35
III.2.2.3.PRIX DE L'ÉNERGIE ACTIVE ET RÉACTIVE ET PRIX TOTAL DE VILLE D'OUARGLA PAR USINE DE DESSALEMENT EN 2021.....	36
III.2.2.3.TARIF D'ABONNEMENT MENSUEL POUR CHAQUE STATION PUISSANCE MISE À DISPOSITION.....	38
III.2.3.CRITIQUE DE LA FACTURATION ÉLECTRIQUE AVANT L'AMÉLIORATION.....	41
III.2.3.1.COMPOSANTS DE LA FACTURE ET COMMENT LA CALCULER AVANT DE L'AMÉLIORER.....	41
III.2.4.SITUATION DE LA FACTURATION APRÈS L'AMÉLIORATION .....	43

III.2.4.1.COMPOSANTS DE LA FACTURE ET COMMENT LA CALCULER APRÈS DE L'AMÉLIORER .....	43
CONCLUSION GENERALE.....	49

## INTRODUCTION GENERALE

Un audit énergétique décrit la performance énergétique du bâtiment ou une installation industrielle et identifie la source de perte d'énergie. Un audit énergétique répertorie une grande quantité d'informations. Il informe les propriétaires des coûts estimés de mise en œuvre de chaque élément de travail. On évoquera également le temps nécessaire au retour sur investissement : réduction de la consommation d'énergie.

La liste des informations devant être présentes dans un audit énergétique est déterminée par la réglementation en vigueur. En effet, le rôle d'un audit énergétique n'est pas seulement pour information ; Il doit être utilisé par les copropriétaires pour planifier les travaux de rénovation à effectuer.

Dans ce cadre notre travail s'inscrit dans une étude pratique pour la maîtrise de la consommation énergétique d'une installation industrielle à savoir le réseau d'alimentation AEP de la ville de Ouargla.

Il a comme but de recommander des solutions pour diminuer la consommation de l'énergie électrique consommée par les installations de l'unité d'ADE de Ouargla ainsi sa rationalisation.

Notre travail est divisé en trois parties

Le premier chapitre traite l'aspect théorique et juridique de l'audit énergétique

Le deuxième chapitre expose les données et caractéristiques de l'installation ainsi les différents éléments d'analyse de la facturation et aspects théoriques d'optimisation de la consommation électrique

Le chapitre trois élabore un rapport d'audit énergétique sur un cas pratique celui de l'unité de ADE de Ouargla, il fait ressortir un état de lieu sur la consommation énergétique et donne les solutions adéquates à appliquer par les responsables de l'unité

Une conclusion couronne ce travail de rapport d'audit pratique

Nous tenons à noter que parmi les contraintes rencontrées lors de l'élaboration de cet audit est celui de manque d'information, et données sur les factures antérieures 2018 ; 2019 ; 2020 ;



## **I.1. Introduction**

Dans ce chapitre nous allons définir l'audit énergétique et donner en détail les étapes à suivre pour réaliser un audit dans le secteur tertiaire et industriel ainsi le cadre juridique qui régit ces procédures dans la législation Algérienne

## **I.2. Politique nationale pour la maîtrise d'énergie**

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, le modèle de consommation énergétique nationale, en tant que cadre de référence pour l'orientation et la gestion de la demande d'énergie, repose sur les options énergétiques suivantes :

- l'utilisation prioritaire et maximale du gaz naturel, notamment pour les usages thermiques finaux
- l'orientation de l'électricité vers ses usages spécifiques.
- la promotion des énergies renouvelables
- la réduction progressive de la part des produits pétroliers dans le bilan de la consommation nationale d'énergie
- la conservation de l'énergie, la substitution inter énergies et les économies d'énergie, tant au niveau de la production, de sa transformation et de son utilisation

## **I.3. Définition de l'audit énergétique**

L'audit énergétique est une procédure d'évaluation de la consommation d'énergie des secteurs industriels et tertiaires qui requièrent la connaissance de leurs historiques d'énergie, elle consiste en l'analyse des conditions de fonctionnement de ces secteurs afin d'établir un diagnostic de sa situation énergétique. Il permet d'identifier les postes les plus gros consommateurs et d'en déduire les améliorations techniquement et économiquement viables. Autrement dit, c'est un examen qui a pour but de parvenir à une utilisation rationnelle de l'énergie, en analysant où, pourquoi, comment, combien et quand on consomme de l'énergie, l'audit fournit des indications permettant de savoir où et comment des mesures d'économie d'énergie, et par conséquent de frais, peuvent être appliquées, où et comment une récupération d'énergie est possible ou une conversion à d'autres sources d'énergie, alternatives ou non. [1]

Le terme « audit énergétique » est largement employé et peut avoir différentes significations suivant les entreprises. On trouve aussi dans les plaquettes des entreprises

offrant cette prestation des termes comme : « diagnostic thermique », « expertise des consommations » «expertise et audit approfondi ».

Les moyens affectés à l'audit énergétique dans ces secteurs vont de la courte visite des installations suggérant des améliorations jusqu'à l'analyse détaillée avec simulation horaire en passant par la mise en place d'une métrologie plus ou moins détaillée. Indépendamment du cadre que les prestations peuvent prendre, on peut distinguer quatre types d'audit énergétique, brièvement décrits dans les paragraphes suivants :

En **Algérie**, les secteurs du bâtiment et tertiaire ont un impact significatif sur la consommation globale en énergie dans le pays, cet impact s'établit à 42% de la consommation finale, d'après une étude menée par l'APRUE [2]. Cette énergie ne peut être économisée que si on identifie au préalable les postes énergivores et les plages horaires où cette énergie est le plus utilisée ou encore son efficacité peut être améliorée, d'où la nécessité de recourir à un audit énergétique. [3]

#### **I.4. Objectif de l'audit**

Un audit énergétique est un outil permettant d'identifier les opportunités d'amélioration des dépenses énergétiques. Son objectif est d'améliorer l'efficacité énergétique en s'appuyant sur l'analyse de tous les flux énergétiques du système et permet d'identifier les sources d'économies d'énergie.

L'audit énergétique permet d'identifier les solutions efficaces permettant une réduction significative de consommation d'énergie. Ces préconisations doivent provenir de l'analyse d'un échantillonnage construit des activités consommatrices d'énergie (transports, industriels...), telles qu'identifiées par leurs factures d'énergie. Ces solutions doivent être transposables à l'échelle de l'entité tout entière, pour toute activité similaire à celle de l'échantillonnage. [4]

L'audit énergétique est basé sur quatre grandes questions :

- Pour qui on fait l'audit énergétique ?
- Pourquoi on fait l'audit énergétique, c'est-à-dire quel est l'intérêt de cette procédure ?  
Quand ?
- Il faudra donner un délai pour l'exécution de l'audit énergétique, et en dernier comment ?
- Quelle sont les étapes à mettre en œuvre pour réaliser cet audit énergétique.

En réponse à ces questions, on va parler en premier lieu, sur l'énergie et types d'audit détaillé, et sur l'audit énergétique dans les secteurs industriel, tertiaire. On abordera la législative énergétique algérienne

### **I.5. Le cadre légal de l'audit**

En Algérie l'audit énergétique est régie par les décrets et lois relevant à la maîtrise de consommation de l'énergie ;à savoir a loi n° 99-09 du 15 Rabi Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999, cd décret a pour objet de définir les seuils de consommation énergétique déterminant les critères d'assujettissement des établissements, la périodicité de l'audit et les conditions et modalités de mise en œuvre de l'audit énergétique et d'agrément des auditeurs Décret exécutif n° 05-495 du 24 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie. [4]

### **I.6. Étapes de l'audit**

Selon l'article 23 de la loi No. 99-09 du 15 Rabi` Al-Ithani, 1420 Correspondant au 28 juillet 1999, L'audit énergétique consiste à effectuer les tâches suivantes

- mesure des performances énergétiques des installations et de ses gros équipements
- analyse de l'évolution des consommations d'énergie
- Établissement des bilans Énergétiques de L'établissement et des gros équipements.
- Évaluation des émissions polluantes dues aux consommations énergétiques.
- Évaluation de l'efficacité énergétique des opérations s'appuyait sur les standards de consommation
- Identification des possibilités d'économie d'énergie et/ou de substitution inter-énergétique favorable sur le plan de l'efficacité énergétique et de l'environnement
- Élaboration d'un plan d'actions correctives comportant
- Les opérations réalisées et leur cout économique. [5]

### **I.7. Le contenu de rapport de l'audit**

A l'issue de l'audit, l'auditeur procédera à une analyse des données recueillies sur le site et rédigera un rapport faisant état des résultats de son analyse. Ce rapport contiendra notamment :

- La présentation de la situation
- Le résultat de l'audit, à savoir
- Une proposition d'équipements de mesures et de gestion
- Une fiche de synthèse [4]

## **I.8 Objectif de l'audit d'ADE ouargla énergétique**

Concrètement, les audits énergétiques réalisés ont pour but d'identifier des situations, Dispositifs et processus de gaspillage d'énergie dans le système ADE et définition des bonnes solutions pour atteindre une plus grande efficacité énergétique. Le rapport d'étude comprenait également l'analyse des factures d'électricité et des caractéristiques des équipements. [6]

## **I.9. Description du sie de l'étude et son environnement**

La ville d'Ouargla est située au sud-est de l'Algérie et fait partie de la grande dépression désertique, sa longueur est de 30 km, et sa largeur varie entre 12 et 18 km. Sa hauteur est comprise entre 103 et 150 m d'altitude, et elle s'étend entre deux plateaux, le premier bordé à l'ouest, d'une hauteur de 230 m, et le second à l'est, d'une hauteur d'environ 160 m. Il est relié au sable Grande race orientale à la latitude ( $31^{\circ} 58'N$ ) Longitude ( $5^{\circ} 20'E$ ).

Le climat de la région d'Ouargla est sec, désertique, et ses températures sont élevées en été, dépassant ( $41^{\circ}$ ) en moyenne, et baissant en hiver, surtout pendant la nuit. Ce climat est caractérisé par la rareté des pluies (49 mm) en moyenne, il manque de couverture végétale naturelle, mais en revanche, il est riche en palmeraies, car c'est une oasis de paysage merveilleux, les tempêtes de sable saisonnières soufflent sur Ouargla entre les mois de (février et avril), et elles atteignent leur apogée en mars, et causent souvent de lourdes pertes aux cultures et au bétail. Le temps commence à s'améliorer à partir de septembre lorsque la direction du vent change, devenant nord-est, il est connu localement sous le nom de (Al-Bahri), et il est souvent chargé d'humidité et adoucit l'atmosphère, surtout la nuit.

## **I.10. Présentation de l'unité ADE ogx site de l'etude**

La Société Algérienne des Eaux est un établissement public national à caractère industriel, commercial et économique, créé par décret du 21 avril 2001, jouissant de la personnalité morale et de l'indépendance financière est chargée de la gestion de la production et du transport de l'eau potable à travers son prélèvement, son stockage, son traitement et sa distribution, sur la base des informations que nous avons obtenues lors de notre stage à la Société Algérienne des Eaux, Unité Ouargla, L'unité d'Ouargla est divisée en 7 stations d'épuration, similaires dans les équipements et le mécanisme de travail, la différence réside dans la capacité. A noter que parmi les sept stations les deux stations de Khafji et Bamendel, sont actuellement hors services suite à des défauts au niveau des équipements. Trois autres stations fonctionnent en période d'essai et qui n'ont pas encore été livrées à savoir station de Makhdama, station de Hay Bouzid et station de Gherbouz .les deux stations de Ain El- Kheir

et d'Ifri fonctionnent normalement. Notre stage est effectué au niveau de la station d'Ain- El Kheir.

### I.10.1. Equipements de la station ain- el kheir

Il s'agit d'une station d'épuration d'une capacité de 9000 mètres cubes, composée de plusieurs installations qui fonctionnent régulièrement selon un mécanisme précis. L'eau y est pompée à travers 5 puits enterré, Puits Ain Al-Hajj, Puits Hamid, Puits Ain Al-Rahma et Puits Lalla Maimouna. [6]

#### A. Salle de contrôle :

C'est la partie par laquelle le fonctionnement et la gestion de la station et la détection des défauts sont contrôlés

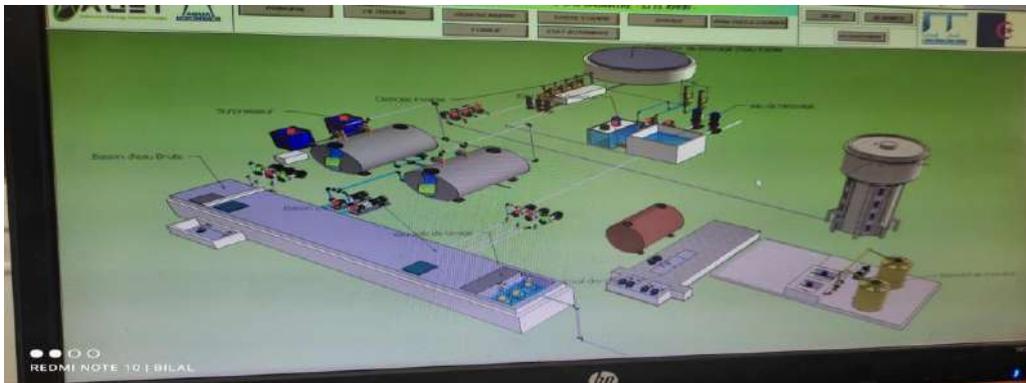


Figure I.1: Station Ain-El kheir

B. **Armoire de filtre à sable :** À travers lequel la pompe du filtre à sable est contrôlée ; La filtration lente est une méthode d'épuration biologique qui consiste à faire passer l'eau à traiter à travers une couche de matériau filtrant, le sable. Lors de ce passage, la qualité de l'eau est grandement améliorée en réduisant le nombre de micro-organismes (bactéries, virus et kystes), en éliminant



Figure I.2 : armoire de filtre à sable

**C. Armoire de M.C.C (Ain- el kheir) :** C'est une unité de contrôle à travers laquelle l'ensemble de l'équipement de la station est contrôlé



Figure I. 3 : Armoire de M.C.C (Ain- El kheir)

**D. Armoire des pompes traitée :** À travers lequel les réservoirs qui contribuent à la purification et à la préservation de l'eau sont contrôlés

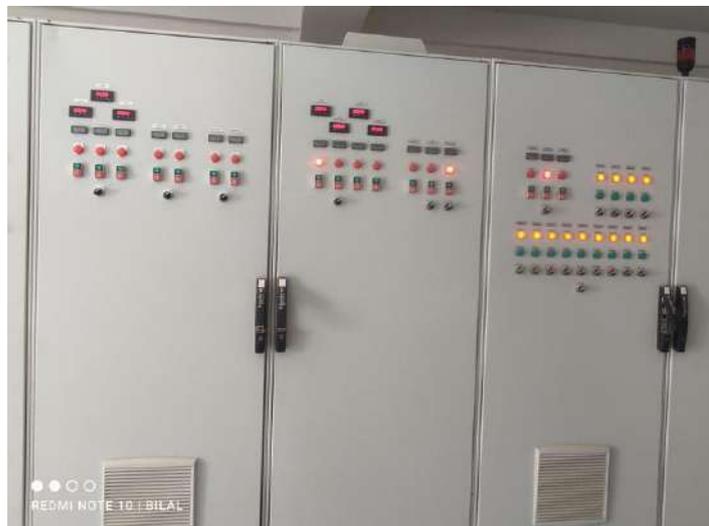


Figure I.4 : Armoire des pompes traitée

**E. Variateur de vitesse pour la pompe haute pression :** Un variateur de vitesse gère le fonctionnement de la pompe en fonction de la pression, du débit, de l'intensité et de la tension. Il adapte la vitesse de la pompe afin de maintenir une pression constante dans l'installation et assure la sécurité de la pompe

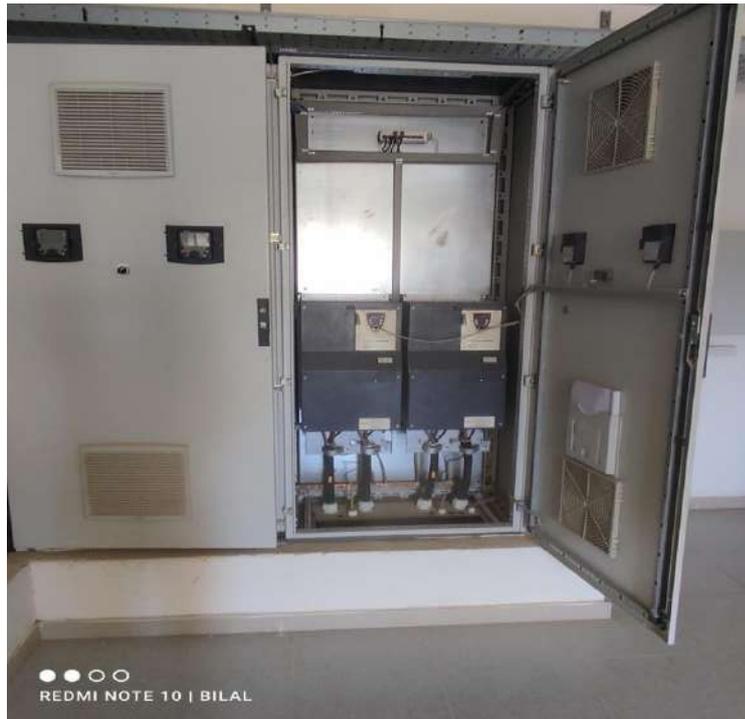


Figure I.5 : Variateur de vitesse pour la pompe haute pression

**F. Salle de pompage :**

C'est la partie dans laquelle l'eau qui arrive à la station est traitée puis pompée vers le réseau puis vers le consommateur. Se compose des équipements suivants :

**G. Suppresseur :**

La pompe surpresseur est une pompe auto-amorçante, c'est-à-dire qu'elle est capable d'aspirer par elle-même l'eau de la source et de la mettre ensuite sous pression principalement à des fins d'arrosage.



Figure I.6 : suppresseur

**H. Pompe d'alimentation des filtres à sable (intermédiaire) :**

Ses caractéristiques sont les suivantes :

$Q=200\text{m}^3/\text{h}$  ; H.M.T= 21mCE;  $\eta=80\%$ ;  $V=400\text{v}$ ;  $f=50\text{Hz}$ ;  $I_n=35.3\text{A}$ ;  $P_n=18.5\text{KW}$

$N=1465\text{tr}/\text{min}$  ;  $\cos \varnothing = 0.83$



Figure I.7 : Pompe d'alimentation des filtres à sable

**I. Pompe de lavage :**

Ses caractéristiques sont les suivantes :

$Q=200\text{m}^3/\text{h}$ , H.M.T=17mCE,  $\eta=64.1\%$ ;  $V=400\text{v}$ ;  $f=50\text{Hz}$ ;  $I_n=35.3\text{A}$ ;  $P_n=18.5\text{KW}$ ,

$N=1465\text{tr}/\text{min}$ ,  $\cos \varnothing = 0.83$



Figure 1.8 : Pompe de lavage

**J. Pompe à haute pression pour osmose inverse :**

Ses caractéristiques sont les suivantes :

$Q=122\text{m}^3/\text{h}$ ; H.M.T= $139\text{mCE}$ ;  $\eta =70.7\%$ ;  $V=400\text{v}$ ;  $f=50\text{Hz}$   $I_n=130\text{A}$   $P_n=75$ ;  $N=2975\text{tr}/\text{min}$ ,  
 $\cos \varnothing = 0.89$



Figure I.9 : Pompe à haute pression pour osmose inverse

**K. Pompe des eaux des saumures :**

: Son rôle est de pomper l'eau polluée dans les canaux d'égout

$Q=67\text{m}^3/\text{h}$ ; H.M.T= $54\text{mCE}$ ;  $\eta =59.3\%$ ;  $V=400\text{v}$ ;  $f=50\text{Hz}$ ;  $I_n=39.3\text{A}$ ;  $P_n=22$ ;  $N=2960\text{tr}/\text{min}$ ;  
 $\cos \varnothing = 0.9$



Figure I.10 : Pompe des eaux des saumures

**L. filtre à sable :** Le filtre à sable permet une séparation sur la base du diamètre des particules. Il consiste en un récipient ou bassin rempli de sable en guise de médium filtrant. Le liquide à traiter s'écoule de haut en bas à travers ce médium



Figure I.11 : Pompe de filtre à sable

### M. Bâtiment des réactifs

Son rôle est d'approvisionner la station en produits chimiques comme la javel Pour stériliser les tuyaux et l'eau et prévenir la pollution et le calcaire Et de la chaux pour ajuster l'acidité

### N. Les puits de station Ain- EL- kheir et station H .Bouzid :

Les tableaux suivants regroupent les caractéristiques des puits desservant les stations de Ain- El kheir et station H .Bouzid

Tableau I.1 : puits de station Ain-El kheir

Les puits	puissance	H.M.T	Débit (Q)
Matmora	13 KW	88-39m	24-72m <sup>3</sup>
Bahmid	13 KW	88-39m	24-72m <sup>3</sup>
Lala mimona	26 KW	98-36m	48-145m <sup>3</sup>
Ain hadji	37 KW	115-60m	50-160m <sup>3</sup>
Ain rahma	37 KW	115-60m	50-160m <sup>3</sup>

Tableau I.2 : puits de station Bouzid

Les puits	puissance	H.M.T	Débit (Q)
Sidi ben Saci	22 KW	88-39m	24-100m <sup>3</sup>
Ain ELouiz	22 KW	88-39m	24-100m <sup>3</sup>
Intérieur	26 KW	98-36m	48-145m <sup>3</sup>

## I.11. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposés les règles de réalisation d'un audit énergétique ainsi nous avons présenté les installations et équipements su sites objet de notre étude à savoir ADE de Ouargla

## II.1. Introduction

Ce chapitre représente l'analyse de la consommation d'électricité de la Société Algérienne des Eaux, l'unité de Ouargla, à travers ses factures émises par la société Sonelgaz, pour connaître ses composantes et types de services en elle, dans le but de connaître les raisons de la consommation élevée, le cas échéant

## II.2. Facturation de l'énergie :

### II.2.1. Facturation de l'énergie active :

Les prix de l'énergie sont différenciés selon les heures d'utilisation.

Le réseau national SONELGAZ comporte différents postes horaires définis comme suit

Nuit : Tous les jours de l'année de 22 h 30 à 6 h (heures creuses) faiblement chargées

Pointe : Tous les jours de l'année de 17 h à 21 h les plus chargées

Pleines : Tous les jours de l'année de 6 h à 17 h et de 21 h à 22 h 30 (heures pleines)

Les postes horaires correspondent aux heures, moyennement chargées [7]

### II.2.2. Facturation de l'énergie réactive

Lorsque la consommation de l'énergie réactive durant le mois de consommation considéré dépasse 50% de l'énergie active, l'excédent est facturé à l'abonné selon les prix du tarif appliqué l'énergie réactive non consommée en de ça de ces 50% donne lieu à une bonification [7]

### II.2.3. Influence du type de comptage

Les pertes à vide ( $P_0$ ) et les pertes en charge ( $P_c$ ) des transformateurs apparaissent sur la facture, lorsque le comptage se fait du côté basse tension (BT) Sont calculées en appliquant les coefficients respectifs, préalablement définis dans la police d'abonnement n'apparaissent pas sur la facture Lorsque le comptage se fait du côté moyenne tension (MT). Elles sont comptées directement dans la Consommation retenue [7]

## II.3. Élaboration de la Facturation

L'élaboration de la facture débute par une campagne de relevé des différents index sur les tableaux de comptage (Énergie active, énergie réactive, indicateur de puissance) à des périodes bien définies (Mensuellement)

### II.3.1. Les Index

Les index relevés sont rapportés sur la facture, nous avons donc, (Nouveau index- ancien index) [7]

### II.3.2. Coefficient de lecture :

Dans toute facture d'énergie, on trouve un coefficient de lecture (CL), lequel sera multiplié par la différence d'index pour trouver la consommation réelle le coefficient de lecture est propre à chaque type de comptage, sa valeur peut être de : 0.4, 0.5, 1, 2, 100, 300,450,.....etc.

Un coefficient de lecture erroné induira des surfacturations [7]

### II.3.3. Coefficient de correction

Lorsque la somme des consommations relevées par les compteurs de phases diffère de celle relevée par le compteur totalisateur, une correction est alors faite Remarque : si le coefficient de correction est égal à 1, il n'y a pas de correction.

Actuellement SONELGAZ prétend que ses compteurs électroniques sont très précis donc, ils n'y a, Pas de correction [7]

### II.3.4. Moyenne tension (MT)

Le terme "moyenne tension" (MT) est habituellement utilisé pour désigner les réseaux de distribution de tensions supérieures à 1 kV et allant généralement jusqu'à 52 kV. Pour des raisons techniques et économiques, la tension nominale des réseaux de distribution moyenne tension dépasse rarement 35kV

- Il faut s'assurer de la bonne marche de l'horloge de synchronisation afin, d'éviter les chevauchements de tarifs, tels que passage du tarif pointe au lieu du tarif nuit ....etc.

- Pour identifier les tarifs, SONELGAZ utilise un numéro 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 (4 /2)

[4] : La catégorie de la tension de livraison ;

[2] le second identifie le tarif à l'intérieur de la série

C L : Est le produit des rapports de transformation des TP, de TC et du rapport de lecture compteur

$C L = (\text{Rap .transe TP}) \times (\text{Rap .transe TC}) \times (\text{Rap .lecture du compteur})$

TP : Transformateur de potentiel, son rapport est généralement 30000/100

TC : Transformateur de courant, son rapport peut être égal à 75/5,150/5,200/5.....etc.

Pour les compteurs d'énergie :

Le rapport de lecture peut être 1/10, 1,10.....etc. [4]

### II.3.5. Basse tension (BT) :

C L : Est le rapport de transformation des TC sur le rapport de lecture du compteur.

La facture est établie selon :

- Le tarif choisi par l'abonné
- Que le comptage se fait en moyenne tension ou en basse tension

Le tarif et le type de comptage (MT ou BT) influent sur les éléments de calcul de la facture SONELGAZ [4]

### II.3.6. Présentation des tarifs

Plusieurs tarifs sont proposés par SONELGAZ, en fonction du régime d'utilisation de l'énergie et des caractéristiques de la demande donc, nous devons choisir celui qui réduira le cout de notre facture d'énergie

Une série de tarif est offerte aux abonnés de chaque catégorie de tension de livraison

- Haute tension (HT) : 220, 90 et 60 KV
- Moyenne tension (MT) : 30, 22,10 et 5.5 KV
- Basse tension(BT) : 0.110, 0.220 et 0.380Kv

Pour identifier les tarifs, SONELGAZ utilise un numéro 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

- Série 30 : Abonné HT. 31. 32
- Série 40 : Abonné MT. 41. 42. 43. 44
- Série 50 : Abonné BT. 51. 52. 53. 54

Les tarifs se distinguent par le nombre de périodes tarifaires

Tarif 31 et 41 : comportent trois périodes tarifaires

- Nuit
- Pointe
- Pleines

Tarif 42 et 52 : comportent deux périodes tarifaires

- Pointe
- Hors pointe

Tarif 43 et 53 : comportent deux périodes tarifaires

- Nuit
- Jour

Tarif 32,44 et 54 : période unique

L'abonné quel que soit sa tension d'alimentation peut opter pour n'importe lequel des tarifs des trois séries [4]

Tableau II.1 : Tarifs applicables en haute tension classe A(HTA) pour une puissance comprise entre 40 KVA et 15000KVA [8]

Code tarif	Redevance fixe DA/KW	Prix de la Puissance DA/KW/MOIS		Prix l'énergie active cDA/KWh						Prix d'énergie réactive cDA/Kvarh	
		Mise à disposition	Absorbée	Pointe	Pleine	Nuit	H. pointe	Jour	Poste unique	Mofus	bonus
41	38673.35	25.85	116.15	872.02	195.76	102.4				45.53	9.11
42	515.65	38.7	180.58	872.02			180.64			45.53	9.11
43	515.65	38.7	154.56			102.4		428.3		45.53	9.11
44	515.65	38.7	180.58						375.62	45.53	9.11

II. Tableau 2 : Périodes tarifaires des tarifs moyens tension 42 [8]

DESIGNATION	SYMBOLE	PERIODES TARIFAIRES	OBSERVATIONS
Pointe	P <sub>0</sub>	17 <sup>h</sup> à 21 <sup>h</sup>	heures de pointe
Hors pointe	H <sub>P0</sub>	21 <sup>h</sup> à 17 <sup>h</sup>	H <sub>P0</sub> = P <sub>L+N</sub>

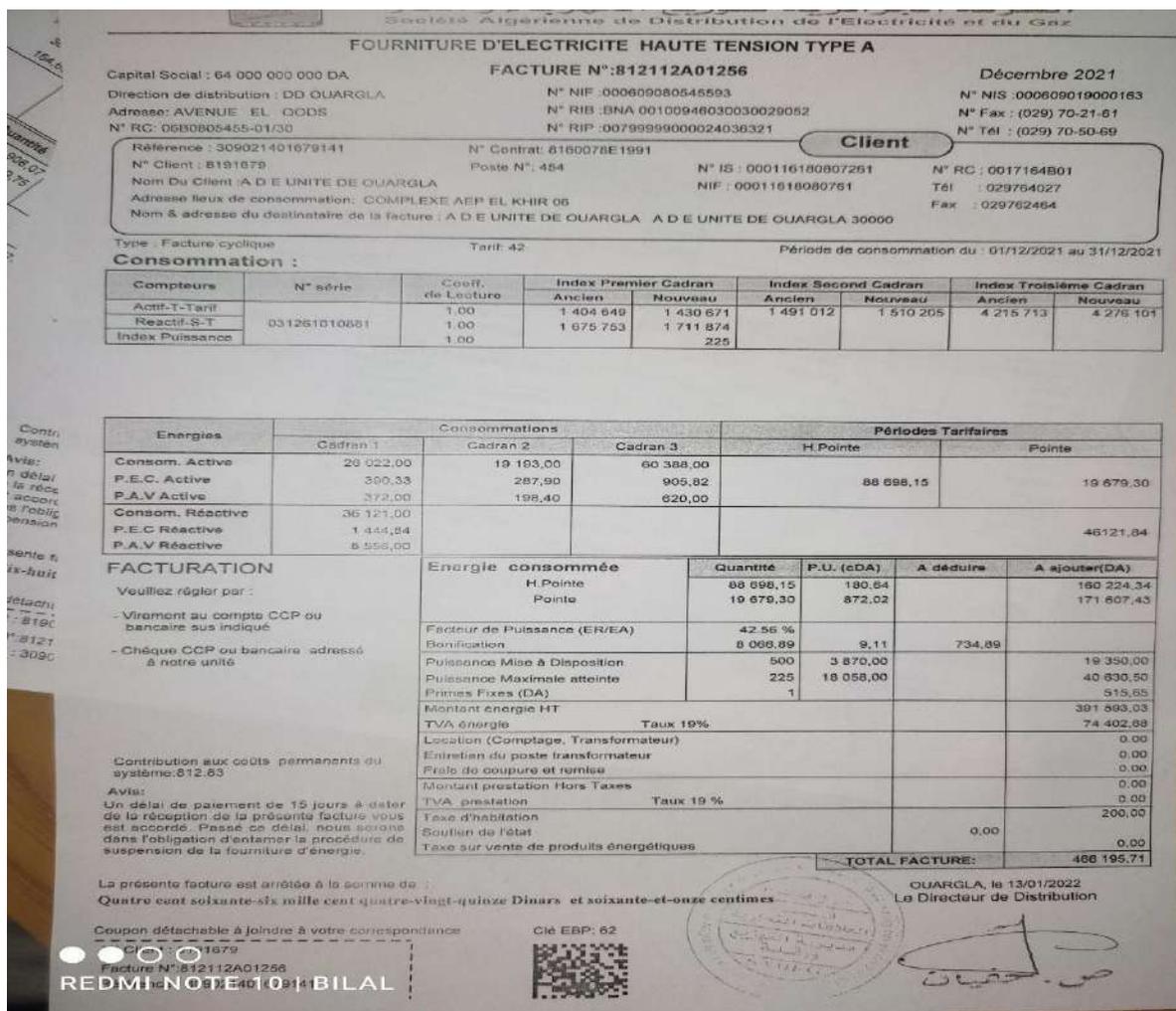


Figure I.12 : Facture Sonelgaz de station Ain-El kheir décembre 2021

### II.3.7. Puissance mise à disposition (PMD)

Après avoir établi un bilan exhaustif des besoins en énergie, une demande est adressée à SONELGAZ afin, de mettre à la disposition, la puissance nécessaire au bon fonctionnement des équipements un contrat d'abonnement est établi. C'est un document négocié contractuellement entre le fournisseur et l'abonné, il retrace les termes du contrat en matière De PMD, tarif et toute disposition réglementaire, La PMD à demander doit être largement supérieure au bilan collecté et inférieure ou égale à la valeur normalisée (voir tableau ci-joint de SONELGAZ).

La PMD doit être toujours supérieure à la puissance absorbée (PMA), sinon des pénalités seront appliquées, la facturation de la PMD est des redevances fixes prend effet à la date de fin des travaux de raccordement, Au réseau SONELGAZ en évitant toute surestimation de la PMD l'abonné diminuera le montant de sa facture [7]

### II.3.8. Puissance maximale atteint (PMA)

C'est la puissance maximum absorbée par l'abonné durant la période de facturation (1 mois)

P.M.A= Coefficient de lecture x Index de puissance

IP : Index de puissance [7]

### II.3.9. Redevances Fixes

Appelées sur la facture : Primes fixes elles couvrent les frais de gestion technique et commerciale suivantes :

- Relevé et facturation
- Vérification du comptage
- Entretien courant
- Entretien du branchement au réseau

(Voir barèmes des prix en hors taxes ci-joint) [4]

### II.3.10. Majoration et bonification

Lorsque l'énergie réactive dépassé 50% de l'énergie active consommée, SONELGAZ facture la Sur consommation de l'énergie réactive [4]

Ce seuil correspond à  $Tg \phi = 0.5$  et  $\cos \phi = 0.894$

Si  $Tg \phi < 0.5$  (Bonification)  $Er < \frac{Ea}{2}$

Si  $Tg \phi > 0.5$  (Majoration)  $Er > \frac{Ea}{2}$

**Bonification =  $Ea(0.5 - Tg\phi) \times$  Prix unitaire bonification**

**Majoration =  $Ea(Tg\phi - 0.5) \times$  Prix unitaire majoration**

### II.3.11. Taxes diverses

- Abonnement dépassé
- La consommation de puissance réactive est de 50% de la puissance active
- taxe sur vente de produits énergétique
- taxe d'habitation
- Soutine de l'état
- TVA prestation 19%
- TVA énergie 19% [4]

### II.3.12. Éléments de la facture d'énergie MT

- La facture d'électricité renferme les informations suivantes :
- ✓ Les consommations exprimées en (kWh) et (kvarh) qui sont les énergies consommées depuis les derniers relevés des compteurs actifs, réactifs, monophasés 1 et 2, décomptes 1 et 2 la consommation moyenne à facturer en (kWh) est la consommation réelle retranchée des consommations des compteurs de décomptes;
- ✓ La puissance de pointe (PP) ou demande mesurée en (kW) qui est la valeur de la demande maximale réelle mesurée au cours de la période de facturation
- ✓ La puissance à facturer (PF) ou demande facturée (kW), est la valeur de la demande utilisée pour calculer la facture.
- ✓ Le facteur de puissance (FP), est le rapport entre les valeurs maximales enregistrées de kW et de kVa (cette valeur est habituellement exprimée par un nombre décimal ou un pourcentage) ;
- ✓ Les heures d'utilisations (HU) qui représentent une valeur fictive du rapport entre la moyenne à facturer et la puissance mise à disposition [9]

### II.3.13. Pénalités pour dépassement de la puissance mise à disposition

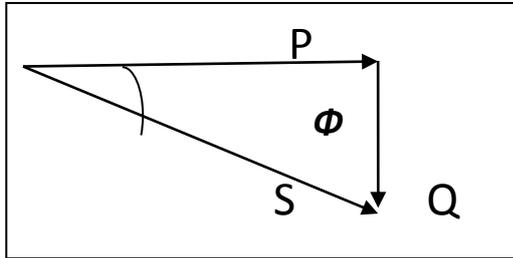
Si la force mensuelle atteinte au cours du mois (puissance maximal atteinte) est supérieure à la force combinée (puissance mise à disposition) alors cela entraîne des coûts supplémentaires importants sur la facture

### II.3.14. Facteur de puissance moyen de mois (Cos phi)

Amélioration du facteur de puissance (Cos  $\phi$ ) L'amélioration du facteur de puissance permet

- La suppression des pénalités lorsque l'énergie réactive dépasse 50% de l'énergie active consommée
- La diminution de la souscription de la puissance apparente (fournie)
- La diminution des pertes joule dans les câbles.
- Augmentation de la puissance active disponible au secondaire du transformateur
- Amélioration de la tension en bout de ligne Il est défini par la formule suivante

$$\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{Ea}{\sqrt{Ea^2 + Er^2}}$$



S : Puissance fournie (KVA) (Apparente)

P : Puissance active (kW)

Q : Puissance réactive (KVAR)

$Ea$  (KWh) : Énergie active

$Er$  (Kvarh) : Énergie réactive

$$Tg \phi = \frac{\text{Énergie réactive}}{\text{Énergie active}}$$

Il est arrondi au centième le plus voisin où  $Pest$  la consommation mensuelle d'énergie active en (kWh) et  $Q$  est la quantité mensuelle d'énergie réactive consommée en (kVARh)

Sur la facture

- Un mauvais  $\cos \phi$  : engendre une surfacturation
- Un bon  $\cos \phi$  : donne droit à des bonifications

Si  $Tg \phi < 0,5$   $\longrightarrow$  Bonification

Si  $Tg \phi > 0,5$   $\longrightarrow$  Majoration [4]

#### II.4. Méthodologie de travail

La visite du site pour évaluer l'état général des réparations, de la tenue des lieux et des pratiques opérationnelles qui ont une incidence sur l'efficacité énergétique, et relever, au fur et à mesure que progresse l'audit, les aspects qui méritent une évaluation plus poussée

- La définition du système consommateur d'énergie faisant l'objet de l'audit
- La collecte, l'organisation, le résumé et l'analyse les factures d'énergies antérieures et les tarifs facturés
- La détermination des indices de la consommation d'énergie et les comparer à l'interne d'une période à une autre, d'une installation à une autre installation
- La préparation d'une liste de toutes les charges consommatrices d'énergie dans l'aire où l'audit est mené et la détermination de leurs caractéristiques de consommation et de puissance appelée [5]

## **II.5. Résultats attendus**

- Créer des profils de consommation d'énergie électrique pour les installations de ADE et le calcul des ratios ; proposer des mesures d'économie d'énergies viables à long ou court terme ; (mesures avec ou sans investissement)
- Proposer la mise en place d'un processus pour assurer un meilleur contrôle des consommations d'énergie.

## **II.6. Inventaire des données collectées**

### **II.6.1. factures de consommations d'énergie électrique**

Les informations contenues dans les factures peuvent être utilisées pour identifier les opportunités de gestion de l'énergie, en particulier lorsqu'elles sont analysées avec les principaux facteurs qui affectent sa consommation représentés par la purification de l'eau. Ces factures montrent la consommation et le coût de l'énergie avant de comparer l'efficacité énergétique aux normes internes et externes. Les options de gestion de l'énergie qui seront identifiées à ce stade sont la capacité à réduire la consommation et donc à réduire les coûts. Les données de consommation d'électricité issues des factures d'énergie apparaissent au cours de l'année 2021 dans les tableaux ci-dessous. De plus, des informations détaillées recueillies sur les factures sont incluses dans les tableaux joints dans cette section, dans le but de programmer les données pour déterminer les niveaux de consommation antérieurs et identifier les modèles [6]

Tableau II.3 : Consommations d'énergie électrique de station Ain- El kheir

mois	Energie active						Energie réactive			montant	
mois	Nuit kW	Point KW	Jour KW	Total kW	%point	Total kW	Total kvar	Majoration Da	Bonification Da	Total DA	Da/kw
janvier	15721	13898	43912	73531	18.90	75930	29376	0	651.15	269903.31	3.55
février	16675	14881	45594	77150	19.29	79603	35669	0	313.28	288572.09	3.63
mars	15819	15004	48213	79036	18.98	81518	34688	0	460.28	309657.02	3.80
Avril	13766	13511	40053	67330	20.07	69636	29309	0	417.68	284561.39	4.09
Mai	23863	16450	45332	88645	18.56	91271	36868	0	664.74	343384.61	3.76
Juin	21668	17521	52413	19602	19.13	94272	39086	0	610.33	360042.60	3.82
Juillet	15755	22598	58542	100893	22.40	103702	46587	0	399.08	407859.47	3.93
Aout	17589	22506	51439	91534	24.59	94203	41727	0	407.44	390766.46	4.15
Septembre	16249	22080	51660	89989	24.54	92635	40159	0	466.89	383652.30	4.14
octobre	17035	15530	43145	75710	20.51	78142	33474	0	424.33	312056.47	3.99
Novembre	17588	19193	50113	87096	22.27	89698	36677	0	619.57	359503.18	4.01
décembre	26022	19193	60388	105603	18.17	108483	45846	0	636.552	391593.03	3.61
Total	221748	212567	593804	1028119	20.68	1059093	449467	0	6071.29	410151.93	3.84

D'après la facture, nous voyons que la consommation d'énergie active la plus élevée s'est produite en décembre, tandis que la puissance réactive a enregistré la consommation la plus élevée en juillet, et le même mois, le montant financier le plus élevé a été enregistré. Il semble que l'amortissement de cette station soit bon car les surcoûts ne sont pas inclus dans leurs tarifs

Tableau II. 4 : Consommations d'énergie électrique de station Gherbouz

mois	Energie active						Energie réactive			Montant	
	Mois	Nuit kW	Point Kw	Jour KW	Total kW	%point	Total kW	Total Kvar	Majoration Da	Bonification Da	Total DA
Janvier	11634	14687	43556	69877	21,02	71861	40783	1839,34	0,00	269308,76	3,75
Février	9500	14323	41438	65261	21,95	67176	38821	1983,84	0,00	256492,17	3,82
Mars	9173	13262	40544	62979	21,06	64860	37146	1787,73	0,00	245696,45	3,79
Avril	6945	3931	10986	21862	17,98	23126	10298	0,00	95,89	81984,42	3,55
Mai	13752	10695	33682	58129	18,40	59937	42296	4673,06	0,00	219908 ,04	3,67
Juin	10794	6533	20152	37479	17,43	38977	25357	2224,75	0,00	149903,56	3,85
Juillet	10876	8289	30884	50049	16,56	51736	33067	2729,02	0,00	190930,56	3,69
Aout	8665	9147	27188	45000	20,33	46611	30120	2583,07	0,00	182282,16	3,91
Septembre	10616	15505	38802	64923	23,88	66833	38597	1963,71	0,00	264133,62	3,95
octobre	8681	15193	39583	63457	23,94	65345	38304	2134,96	0,00	259096,04	3,97
Novembre	7179	13298	32133	52610	25,28	54335	33283	2318,33	0,00	226496 ,04	4,17
Décembre	13782	20009	47480	81271	24,62	83426	43915	834,79	0,00	339883,76	4,07
Total	121597	144872	406428	672897	21,53	694222	411988	25072,59	95,88582	2686115,66	3,87

D'après la facture, nous voyons que la consommation la plus élevée d'énergie active et réactive s'est produite en décembre On note également que la station a enregistré une consommation importante d'énergie pendant 11 mois, à l'exception d'avril

Tableau II. 5 : Consommations d'énergie électrique de station H .Bouzid

Mois	Energie Active						Energie Réactive			montant	
Mois	Nuit kW	Point kW	Jour kW	Total kW	%point	Total kW	Total Kvar	Majora Da	Bonification Da	Total DA	Da/kw
janvier	9281	4388	13149	26818	16.36	28516	23104	3353.33	0	117868.22	4.13
Février	8750	4293	12519	25562	16.79	27241	23168	3619.01	0	118277.65	4.34
Mars	36073	17584	53809	107466	16.36	110374	57125	734.52	0	376681.25	3.41
Avril	34881	17846	53687	106414	16.77	109306	54913	98.35	0	375763.84	3.44
Mai	32210	16465	52177	100800	16.32	103669	53576	660.24	0	359516.09	3.47
Juin	10380	7517	23423	44320	16.96	46281	31975	3349.14	0	192974.22	4.17
Juillet	10255	4859	14845	29959	16.22	31704	29058	5006.09	0	146432.44	4.62
Aout	18205	9523	29168	56896	16.74	59045	40274	4075.39	0	233031.11	3.95
Septembre	12678	5934	18199	36806	16.12	38654	31467	4601.91	0	170496.16	4.14
octobre	10480	5202	14543	30225	17.21	31974	27716	4445.95	0	130235.18	4.07
Novembre	9987	5270	14300	29557	17.83	31296	29206	4002.42	0	128328.95	4.1
Décembre	14189	7935	20993	43117	18.4	45060	32262	3689.38	0	203563.73	4.52
Total	210372	106816	320812	638000	16.74	663122	43083	37635.73	0	2553169.437	3.85

Nous remarquons sur le tableau que les valeurs de consommation de capacité active et réactive sont importantes tout au long de l'année, ce qui a conduit à l'enregistrement de charges supplémentaires au niveau du montant de la facture

Tableau II. 6 : Consommations d'énergie électrique de station Ifri

Mois	Energie active						Energie réactive			Montant	
Mois	Nuit kW	Point kW	Jour kW	total kW	%point	Total kW	Total Kvar	Majoration Da	Bonification Da	Total DA	Da/kw
Janvier	2333	1094	2945	6369	17.13	6369	4498	497.92	0	48849.44	7.67
Février	35528	20455	57992	113975	17.95	113975	58266	484.65	0	434466.97	3.81
Mars	51766	28303	87711	167780	16.87	167780	84712	311.66	0	584340.94	3.48
Avril	57535	29907	93712	181154	16.51	181154	87511	0	232.47	620850.65	3.43
Mai	56683	30275	92070	179028	16.91	179028	86949	0	194.45	619060.44	3.46
Juin	50829	17061	84667	152557	11.18	152557	77998	651.79	0	483556.36	3.17
Juillet	29081	13249	45157	87487	15.14	87487	56892	4984.36	0	325985.16	3.73
Aout	30505	16102	50005	96612	16.67	96612	54204	2235.71	0	344312.39	3.56
Septembre	28667	15366	47142	91175	16.85	91175	47888	872.01	0	324985.86	3.56
octobre	27537	14595	45437	87569	16.67	87569	51293	2846.23	0	315452.99	3.6
Novembre	21908	12279	37607	71794	17.1	71794	39160	1236.99	0	269361.81	3.73
décembre	16419	8691	27268	52378	16.59	52378	27076	336.39	0	195528.8	3.73
Total	408491	207374	671713	1287878	16.1	1287878	676447	14457.72	426.9174	456675.812	3.55

Nous remarquons dans le tableau que la station a enregistré la plus grande consommation de capacité active et réactive au cours des mois d'avril et de mai, cependant, aucune taxe supplémentaire n'a été enregistrée. On note également que la station a enregistré des surcoûts au niveau du montant payé sur encore 10 mois

Tableau II. 7 : Consommations d'énergie électrique de station Mekhadma

Mois	Energie active						Energie réactive			Montant	
Mois	Nuit kW	Point kW	Jour kW	total kW	%point	Total kW	Total Kvar	Majoration Da	Bonification Da	Total DA	DA/kw
Janvier	17960	9442	28423	55825	16.91	57958	50514	8163.52	0	207005.18	3.57
Février	16433	8114	24890	49437	16.41	51475	46442	7848.61	0	184864.39	3.59
Mars	18611	9458	29297	57366	16.49	59522	53503	9000.11	0	210586.53	3.54
Avril	17025	8951	25362	51338	17.44	53404	47611	7926.02	0	194623.24	3.64
Mai	17025	10239	28025	55289	18.52	57414	47594	7159.61	0	219980.4	3.83
Juin	13146	12703	30457	56306	22.56	58447	43231	5310.12	0	250575.83	4.29
Juillet	19255	16828	40756	76839	21.9	79288	56588	6423.17	0	318750.69	4.02
Aout	19968	15822	39379	75169	21.05	77593	53600	5611.8	0	304584.75	3.93
Septembre	17324	15589	37390	70303	22.17	72654	48035	4438.34	0	295805.89	4.07
Octobre	14125	14920	36988	66033	22.59	68319	45374	4250.95	0	281133.72	4.11
Novembre	13195	16587	36358	66137	25.08	68425	44189	3781.9	0	288423.44	4.22
Décembre	12125	16421	39148	67721	24.25	70033	43911	3371.91	0	290094.5	4.14
Total	196216	155074	396473	747763	20.74	774531	580593	73286.05	0	3046428.65	3.93

On note dans le tableau que la consommation de puissance réactive est proche de la consommation de puissance active, et donc des charges supplémentaires ont été enregistrées

### **II.6.2. Équipements électromécaniques et électriques**

La collecte des données effectuée sur les équipements consommateurs d'énergie électrique nous a permis de dresser un état des lieux des équipements électromécaniques. Il est à noter que les caractéristiques et l'inventaire des équipements de pompage.

### **II.6.3. Vérification de l'énergie électrique dans les stations de pompage**

Les motopompes fonctionnent depuis près de 8 ans car le projet est nouveau et toutes les stations ne sont pas encore livrées, cela reflète donc le niveau avancé de ce projet. Les rapports d'exploitation indiquent qu'ils ont effectué plusieurs réparations pour améliorer la plupart des moteurs et des équipements des salles de préparation. Dans toutes les installations, les panneaux de commande du moteur sont en bon état.

### II.6.4. DONNÉES SUR LES QUANTITÉS D'EAU PRODUITE OU POMPÉE

Données sur la production et la livraison à la gare d'Ain- El-Kheir, GHERBOUZ,

Mekhadma ville d'Ouargla pour la période En 2021, Il se présente dans le tableau comme suit : [6]

Tableau II. 8 : Données sur la production et la livraison de la ville d'Ouargla

MOIS	AIN-EL KHIR		GHERBOUZ		mekhadma		$\eta$ rapporte		
	Volume d'eau brute (m3)	volume d'eau filtrée (m3)	volume d'eau brute (m3)	volume d'eau filtré (m3)	volume d'eau brute (m3)	volume d'eau filtrée (m3)	$\eta = \text{vdf}/p$	$\eta = \text{vdf}/p$	$\eta = \text{vdf}/p$
Janvier	164332	131107	20994	18576	23400	21160	1,72	0,29	0,36
Février	161451	128226	22671	20253	21543	19303	1,61	0,28	0,37
Mars	155421	122196	23400	20982	22004	19764	1,49	0,30	0,33
Avril	189 259	156034	23125	20707	23250	21010	2,24	0,90	0,39
Mai	193341	160116	21783	19365	21771	19531	1,75	0,32	0,34
Juin	178851	145626	22598	20180	22457	20217	1,54	0,51	0,34
Juillet	151672	118450	21134	18716	20991	18751	1,14	0,36	0,23
Aout	183245	150020	20088	17670	23649	21409	1,59	0,45	0,27
Septembre	169912	136687	23257	20839	21791	19551	1,47	0,29	0,26
Octobre	191005	157780	23603	21185	20883	18643	2,01	0,28	0,27
Novembre	183667	150442	21998	19580	23582	21342	1,67	0,39	0,31
Décembre	174461	141236	22447	20029	23119	20879	1,30	0,25	0,29
Total	2096617	1697920	267098	238082	268440	241560	1,60	0,34	0,31

D'après le tableau, on remarque que la centrale d'Ain El Kheir est plus productive pour la quantité d'eau que les centrales de Mekhadma et Ifri, qui sont convergentes en productivité de l'eau

## II.7. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons exposés les notions de base lies à l'audit énergétique en électrotechniques ainsi la politique de facturation de l'énergie électriques chez les abonnées HTA de la Sonelgaz dont ADE est un client important parmi eux les pénalités factures résident à la consommation des seuils de réactive dépassant les 50% de la puissance actives. La station de Mekhadma est la station qui a enregistré des pénalités pour la consommation irrationnel du réactive.

### **III.1. Introduction**

Ce chapitre consiste à connaître les problèmes qui affectent la consommation d'énergie dans la Société Algérienne des Eaux et à essayer d'y trouver des solutions en les étudiant et en connaissant les raisons de leur apparition ainsi donner les solutions adéquates pour en remédier.

### **III.2. Analyse de la facturation électrique**

L'amélioration de la facturation électrique quoiqu'une opération plus financière qu'énergétique est la clé de succès des projets d'économie d'énergie. ainsi, nous commencerons par faire l'analyse de la facturation électrique dans les stations de cherchant les causes des consommations électriques, source ou gisement potentiel d'économie, nous procéderons à l'inventaire des toutes les charges électriques notamment partant de la prise d'eau brute, suivi de la chaîne de traitement d'eau ainsi que du pompage d'eau traitée.

#### **III.2.1. Objectif de l'audit la facturation électrique**

La maîtrise de la consommation d'énergie commence par l'étude et l'analyse des factures afin de générer des informations utiles à l'organisation en matière d'audit énergétique. L'étude des factures d'électricité a pour but de procéder à leur vérification et d'essayer de les améliorer, d'où la Puissance Maximale Appelée à la Puissance Souscrite car la réduction de la puissance souscrite entraînerait une réduction du montant de la prime fixe ou l'augmentation de la puissance souscrite éviterait des pénalités dues au dépassement de puissance souscrit

\_ Tenter d'améliorer le facteur de puissance à 0.9 ou plus pour éviter les pénalités résultant de la faiblesse COS Phi

Cette démarche d'amélioration consiste à analyser les factures d'électricité pendant 12 mois afin d'avoir la possibilité de réduire le montant de la facture pour les mois à venir période prise comme référence. La période considérée s'étend de janvier 2021 à décembre 2021.

Nous avons procédé à la vérification de la conformité et de normalité de la facture par le contrôle de continuité des relevés ; le contrôle d'admissibilité des valeurs relevées ou calculées vérification du montant total de la facture, ces opérations préalables permettent :

La vérification des montants des factures d'électricités fournies par le sone gaz ;

Il s'agit d'établir la cohérence et la véracité des factures établies par la sonelgaz.

- Demande de puissance : Cela permet d'ajuster la force combinée pour réduire une partie des coûts des pénalités pour excès de consommation en augmentation de l'abonnement et

meilleure utilisation des heures de consommation ; et d'autre part, assouplir le montant de la facture forfaitaire en réduisant la souscription de puissance en respectant les restrictions dérogatoires imposées par la société Sonelgaz.

- L'amélioration du facteur de puissance  $COS\phi$  ou  $Tg\phi$  : l'atténuation voire la suppression de la pénalité due à un mauvais FP se fait par compensation de l'énergie réactive en installant des batteries de condensateurs.

L'amélioration de la facture consiste donc à agencer toutes les pénalités afin d'obtenir la facture la moins coûteuse tout en respectant le contrat d'abonnement.

Tableau III. 1 : facture de station Ain-El kheir

Station Ain-El kheir							
	Total (p) kW	Total(Q) kvar	Majoration DA	Bonification DA	Energie Apparente KV <sub>a</sub>	$COS\phi$	$Tg\phi$
Janvier	75930	29376	0	651.15	81414.46	0.93	0.39
Février	79603	35669	0	313.28	87229.09	0.91	0.46
Mars	81518	34688	0	460.28	88591.43	0.92	0.42
Avril	69636	29309	0	417.68	75552.56	0.92	0.42
Mai	91271	36868	0	664.74	98435.99	0.93	0.40
Juin	94272	39086	0	610.33	102053.54	0.92	0.41
Juillet	103702	46587	0	399.08	113685.76	0.91	0.45
Aout	94203	41727	0	407.44	103030.80	0.91	0.44
Septembre	92635	40159	0	466.89	100965.28	0.92	0.43
Octobre	78142	33474	0	424.33	85009.88	0.92	0.42
Novembre	89698	36677	0	619.57	96906.82	0.92	0.40
Décembre	108483	45846	0	636.552	117772.73	0.92	0.42
Total	1059093	449467	0	6071.29	1150520.99	0.92	0.42

On constate que le facteur de puissance à la station Ain El Kheir semble idéal.

Tableau III. 2 : facture de station Gherbouz

Station Gherbouz							
	Total(p) kW	Total(Q) kvar	Majoration DA	Bonification DA	Energie apparente KVa	$COS\phi$	$Tg\phi$
Janvier	71861	40783	1839,34	0,00	82627.21	0.86	0.56
Février	67176	38821	1983,84	0,00	77586.62	0.86	0.57
Mars	64860	37146	1787,73	0,00	74743.86	0.86	0.57
Avril	23126	10298	0,00	95,89	25315.22	0.91	0.44
Mai	59937	42296	4673,06	0,00	73357.99	0.81	0.7
Juin	38977	25357	2224,75	0,00	46499.29	0.83	0.65
Juillet	51736	33067	2729,02	0,00	61400.65	0.84	0.63
Aout	46611	30120	2583,07	0,00	55495.94	0.83	0.64
Septembre	66833	38597	1963,71	0,00	77177.57	0.86	0.57
Octobre	65345	38304	2134,96	0,00	75744.07	0.86	0.58
Novembre	54335	33283	2318,33	0,00	63718.52	0.85	0.61
Décembre	83426	43915	834,79	0,00	94278.44	0.88	0.52
Total	694222	411988	25072,59	95,88582	807265.93	0.85	0.59

Nous remarquons dans le tableau qu'au mois d'avril, le facteur de puissance était meilleur que le reste des mois

Tableau III. 3 : facture de station H .Bouزيد

Station H .Bouزيد							
	Total(p) kW	Total(Q) Kvar	Majoration DA	Bonification DA	Energie apparente KV a	$COS\phi$	$Tg\phi$
Janvier	28516	23104	3353.33	0	36700	0.77	0.81
Février	27241	23168	3619.01	0	35760	0.76	0.85
Mars	110374	57125	734.52	0	124280	0.88	0.51
Avril	109306	54913	98.35	0	122324	0.89	0.49
Mai	103669	53576	660.24	0	116694	0.88	0.51
Juin	46281	31975	3349.14	0	56252	0.82	0.69
Juillet	31704	29058	5006.09	0	43005	0.73	0.91
Aout	59045	40274	4075.39	0	71472	0.82	0.68
Septembre	38654	31467	4601.91	0	49842	0.77	0.81
Octobre	31974	27716	4445.95	0	42314	0.75	0.86
Novembre	31296	29206	4002.42	0	42806	0.73	0.93
Décembre	45060	32262	3689.38	0	55418	0.81	0.7
Total	663122	43083	0	0	790794	0.83	0.64

On Remarque que le facteur de puissance est confiné entre  $0.73 < \cos \phi < 0.89$

Tableau III. 4 : facture de station Ifri

Station Ifri							
	Total (p) kW	Total(Q) kvar	Majoration DA	Bonification DA	Energie apparente KV <sub>a</sub>	$COS\phi$	$Tg\phi$
Janvier	6369	4498	497.92	0	7797	0.81	0.7
Février	113975	58266	484.65	0	128004	0.89	0.51
Mars	167780	84712	311.66	0	187952	0.89	0.5
Avril	181154	87511	0	232.47	201183	0.9	0.48
Mai	179028	86949	0	194.45	199025	0.89	0.48
Juin	152557	77998	651.79	0	171339	0.89	0.51
Juillet	87487	56892	4984.36	0	104358	0.83	0.65
Aout	96612	54204	2235.71	0	110778	0.87	0.56
Septembre	91175	47888	872.01	0	102986	0.88	0.52
Octobre	87569	51293	2846.23	0	101485	0.86	0.58
Novembre	71794	39160	1236.99	0	81779	0.87	0.54
Décembre	52378	27076	336.39	0	58962	0.88	0.51
Total	1287878	676447	14457.72	426.9174	1454720	0.88	0.52

On note sur le tableau que le facteur de puissance est proche de bon, pourtant la station a enregistré des frais supplémentaires pendant 10 mois

III. Tableau 5 : facture de station Mekhadma

Station Mekhadma							
	Total (p) kW	Total(Q) kvar	Majoration DA	Bonification DA	Puissance apparente KV <sub>a</sub>	$COS\phi$	$Tg\phi$
Janvier	57958	50514	8163.52	0	76881.68	0.75	0.87
Février	51475	46442	7848.61	0	69329.17	0.74	0.9
Mars	59522	53503	9000.11	0	80033	0.74	0.89
Avril	53404	47611	7926.02	0	71545.75	0.74	0.89
Mai	57414	47594	7159.61	0	74575.84	0.76	0.82
Juin	58447	43231	5310.12	0	72697.8	0.8	0.73
Juillet	79288	56588	6423.17	0	97410.41	0.81	0.71
Aout	77593	53600	5611.8	0	94306.3	0.82	0.69
Septembre	72654	48035	4438.34	0	87097.44	0.83	0.66
Octobre	68319	45374	4250.95	0	82013.93	0.83	0.66
Novembre	68425	44189	3781.9	0	81453.35	0.84	0.64
Décembre	70033	43911	3371.91	0	81660.73	0.84	0.63
Total	774531	580593	73286.05	0	967980.63	0.8	0.74

Nous remarquons sur le tableau que le facteur de puissance de juin à décembre s'est nettement amélioré sur la période entre janvier et mai

### III.2.2. Profils des consommations d'énergie électriques

A travers les factures émises par Sonelgaz qui font apparaître la capacité de consommation d'énergie active et réactive de chaque centrale au cours de l'année 2021, ces données sont représentées en colonnes pour montrer les écarts de consommation.

#### III.2.2.1. Consommation d'énergie active et réactive pour chaque station

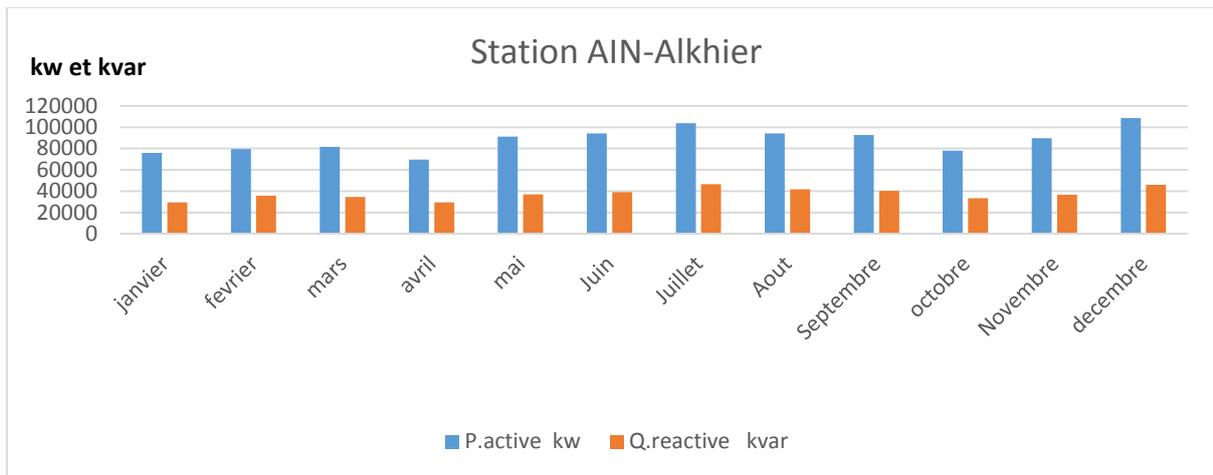


Figure III. 1 : Consommation d'énergie active et réactive de station Ain-El kheir

La puissance réactive est loin de la puissance active

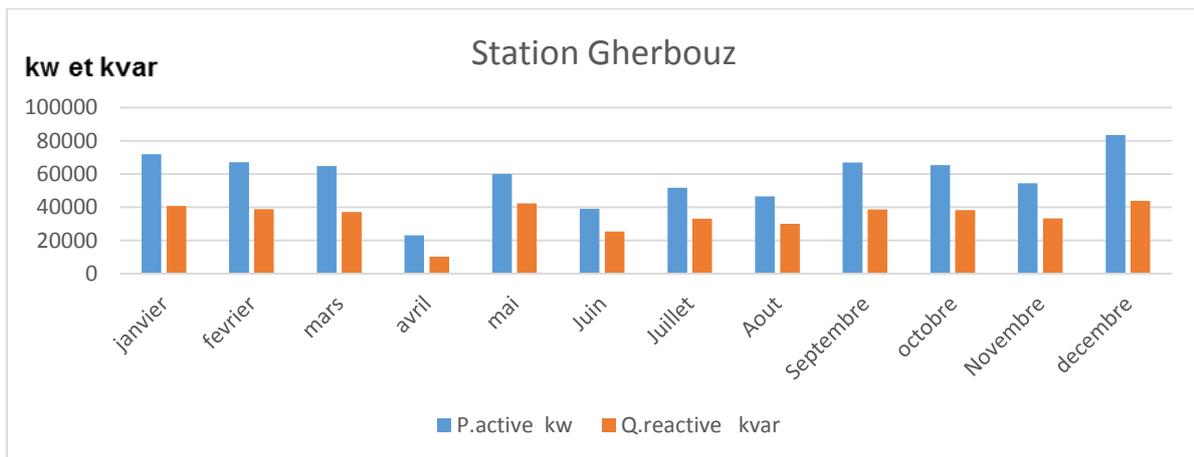


Figure III.2 : Consommation d'énergie active et réactive de station Gherbouze

Pour la station de Gherbouz la puissance réactive est presque la moite de la puissance active pour les mois Mars, Avril, Mai

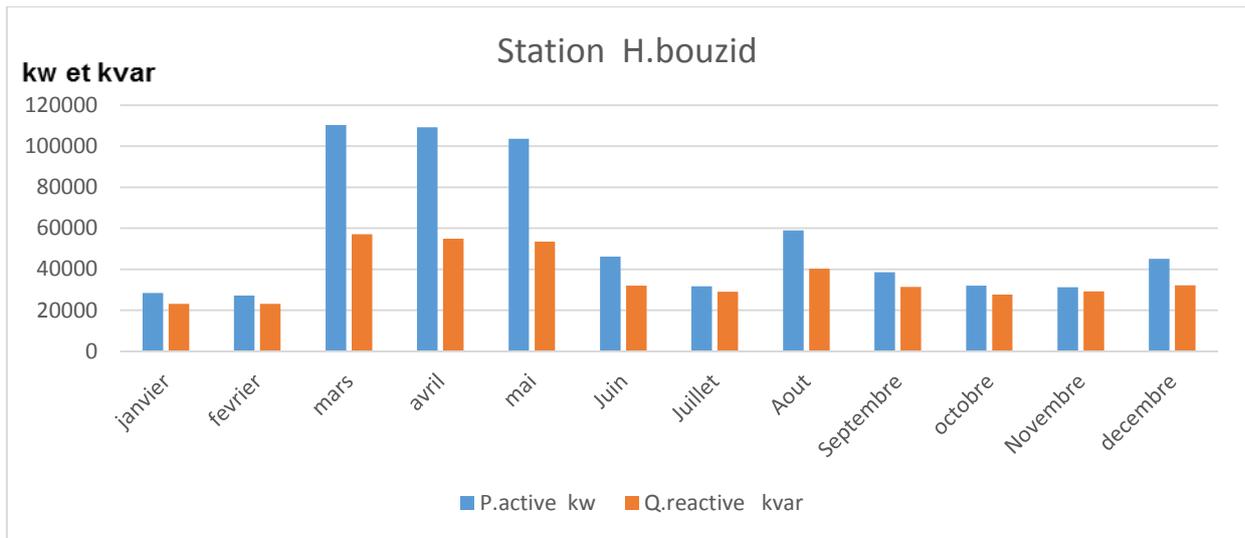


Figure III. 3 : Consommation d'énergie active et réactive de station Bouzid

La puissance réactive est presque la moitie de la puissance active pour les mois Mars, Avril, Mai

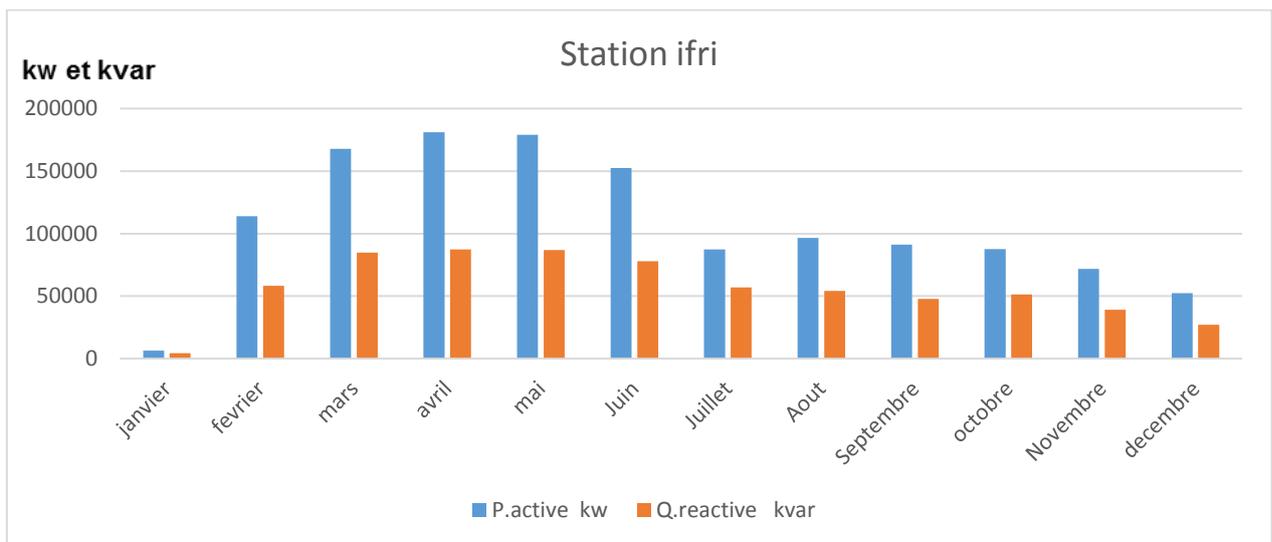


Figure III. 4 : Consommation d'énergie active et réactive de station Ifri

La puissance réactive est presque la moitie de la puissance active pour les mois Mars, Avril, Mai.  
Juin

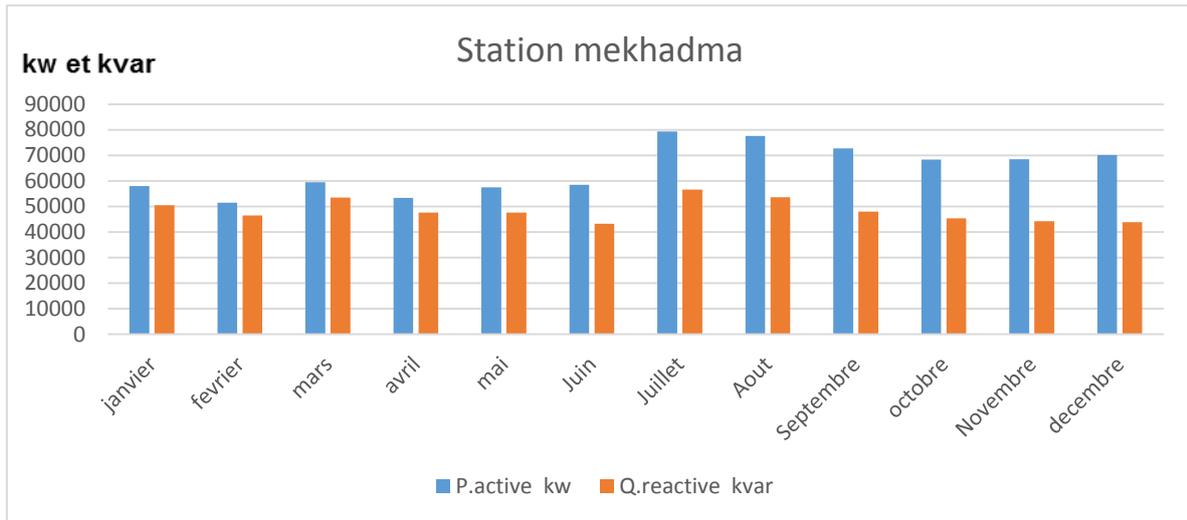


Figure III. 5 : Consommation d'énergie active et réactive de station Mekhadma

La puissance réactive est presque égale la puissance active d'où les pénalités découler d'un mauvais facteur de puissance.

### III.2.2.2. Consommation d'énergie des sites de station de la ville de Ouargla période 2021 :

Ce Figure regroupe la consommation des Cinq stations qui aliment la ville de Ouargla

La consommation importante est assure par la station d'IFRI

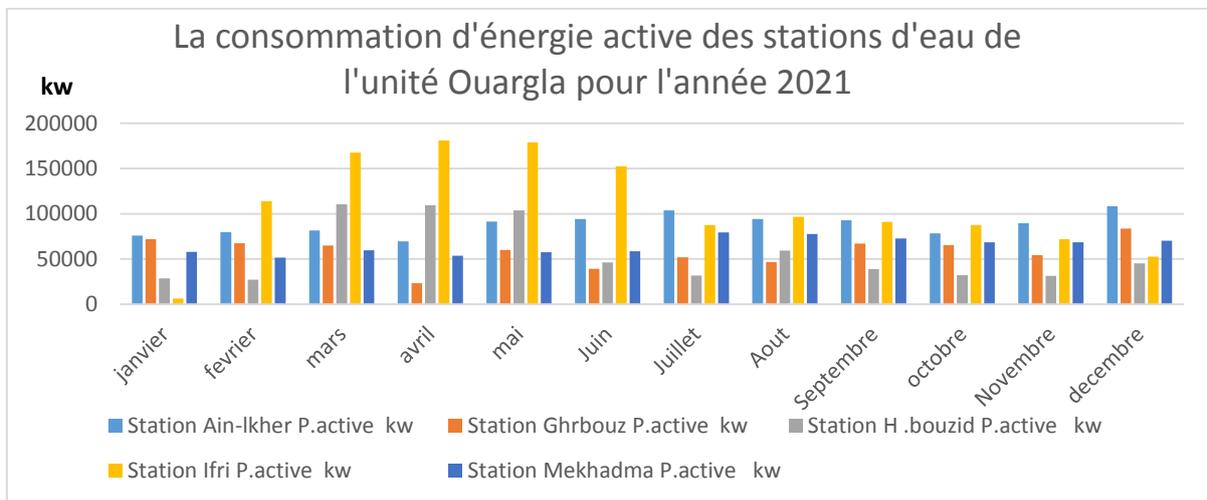


Figure III. 6 : La consommation d'énergie active des stations d'eau de l'unité Ouargla pour l'année 2021

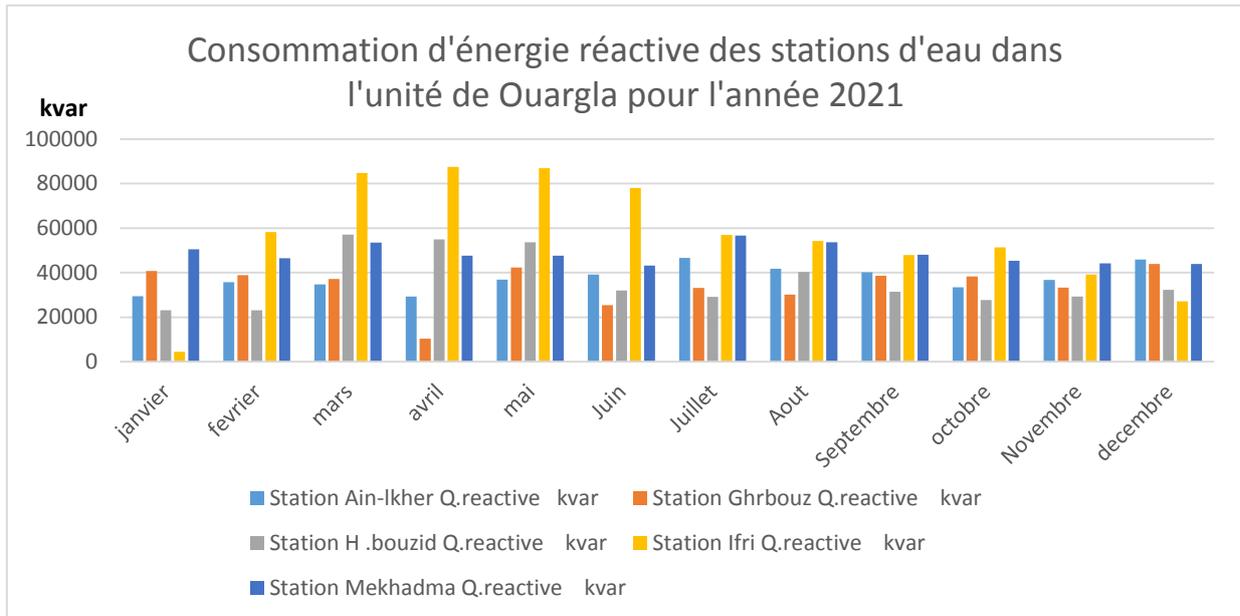


Figure III.7 : Consommation d'énergie réactive des stations d'eau dans l'unité d'Ouargla pour l'année 2021

En adéquation avec la consommation active la station d'IFRI représente la consommation importante de l'énergie réactive d'où une intention particulière doit être donnée à cette station et un suivi permanent pour savoir les causes de cette consommation pénalisante.

### III.2.2.3. Prix de l'énergie active et réactive et prix total de ville de Ouargla par usine dessalement en 2021

Les figures suivantes montrent la répartition des d'argent d'énergie active et réactive pour toutes les stations en 2021.

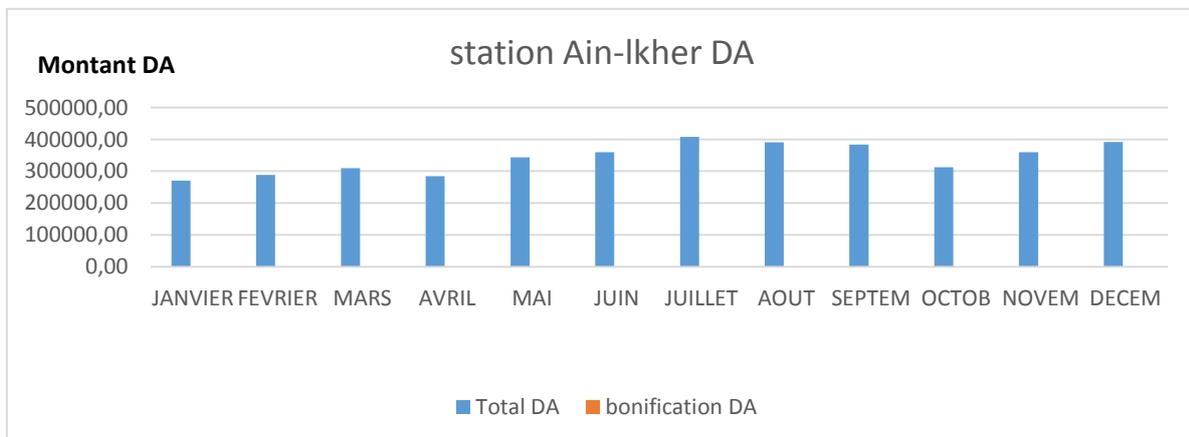


Figure III.8 : Montant station Ain-El kheir

Cette sattaion est utilses dune manière rationnelle la facture montre des bonification du à la reduction du reactive

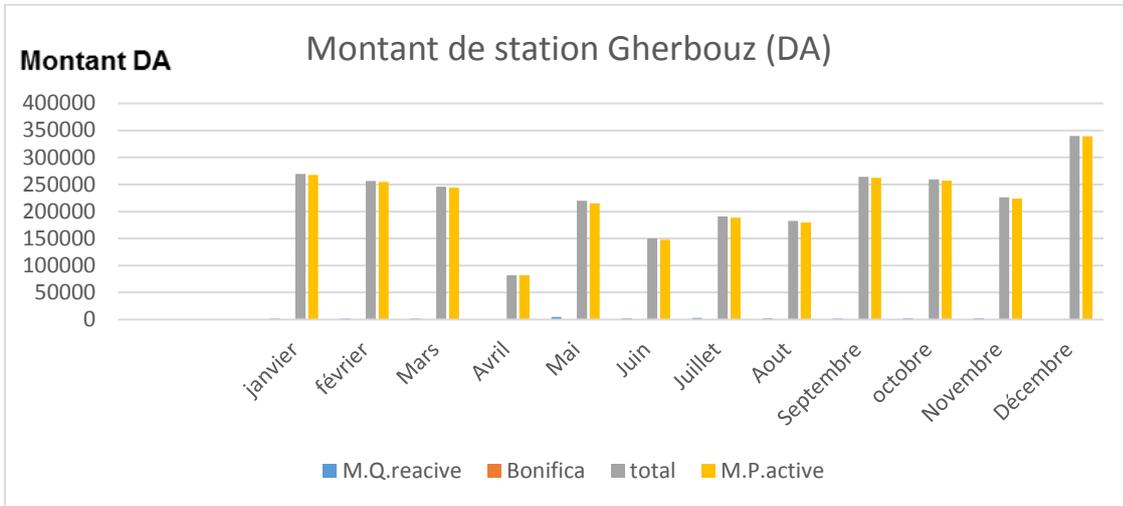
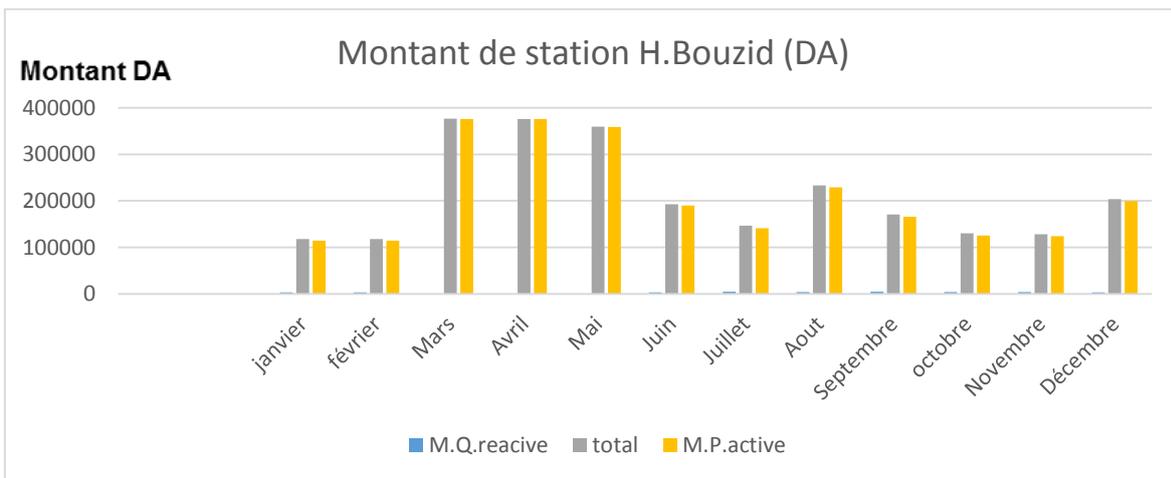
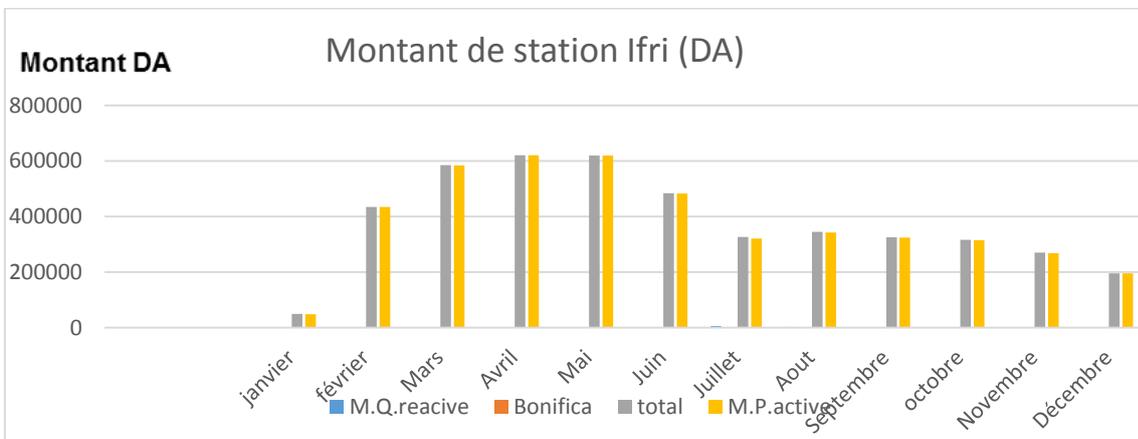


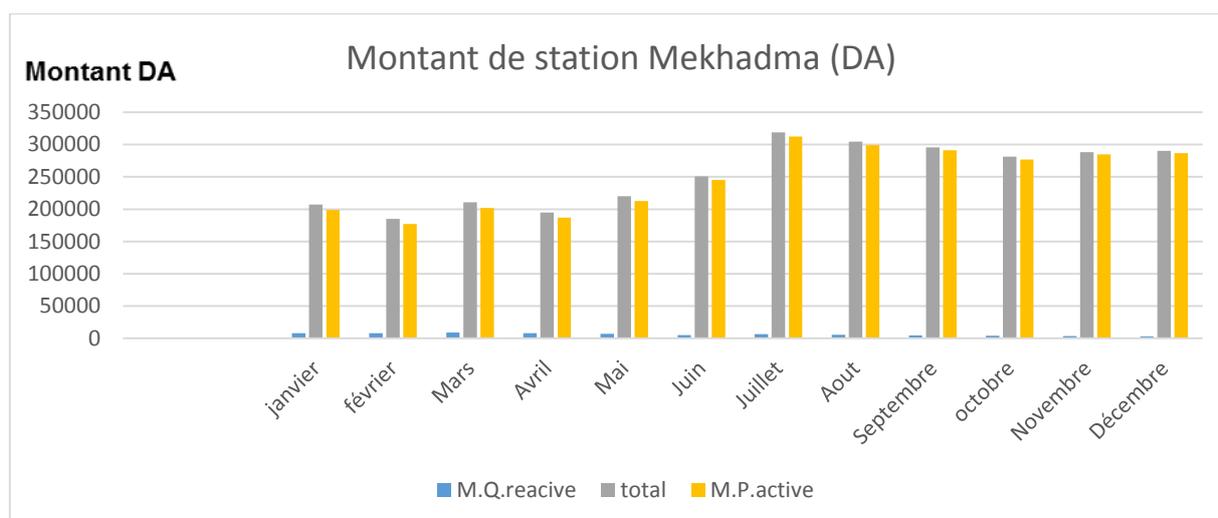
Figure III. 9 : Montant de station Gherbouz



III. Figure 10 : Montant de station H.Bouzid



III. Figure 11 : Montant de station Ifri



III. Figure 12 : Montant de station Mekhadma.

### III.2.2.4. Tarif d'abonnement mensuel pour chaque station puissance mise a disposition.

Tableau III. 6 : PMD et PMA sur 2021

	Ain-El kheir	GHERBOUZ	H .Bouzid	Ifri	mekhadma
PMD	500	120	120	320	200
Janvier	126	154	0	143	90
Février	154	146	82	185	0
Mars	246	149	78	0	88
Avril	241	36	76	153	89
Mai	237	136	130	157	143
Juin	258	137	132	160	220
Juillet	229	16	160	157	220
Aout	233	135	145	161	203
Septembre	227	144	146	156	222
Octobre	229	141	145	152	210
Novembre	228	144	12	152	189
Décembre	225	229	0	153	10

Dans le tableau ci-dessous, on note que les stations Ain- El Kheir et Evry n'ont pas dépassé leur abonnement mensuel dans leur consommation d'énergie Quant à la station de Gherbouz, elle dépasse le tarif d'abonnement pendant 10 mois, sauf pour les mois d'avril et juillet quant

au poste de quartier de Bouzid, la valeur d'abonnement a été dépassée durant la période de mai à octobre station mekhadma le tarif d'abonnement a été dépassé durant la période de juin à octobre

Les figures ci-dessous illustrent les évolutions des puissances maximales atteintes dans les différentes stations. Il ressort également de cette analyse que plus les stations de pompage sont énergivores, moins est le prix de revient KWH

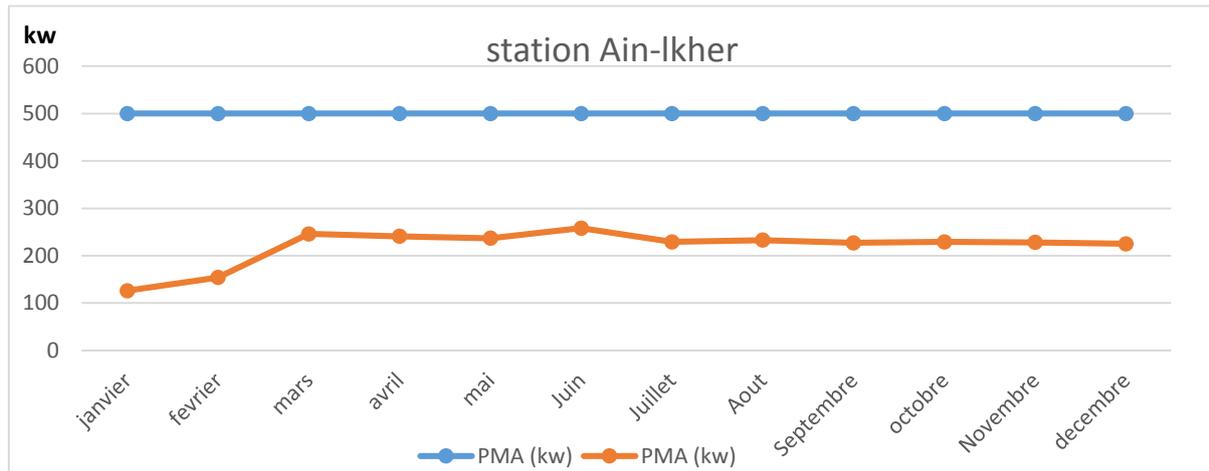


Figure III. 13 : Evolutions des puissances maximales atteintes station AIN-Elkheir

Nous remarquons d'après la redevance que le PMA n'a pas dépassé le PMD tout au long de l'année et donc il n'y a pas de frais supplémentaires

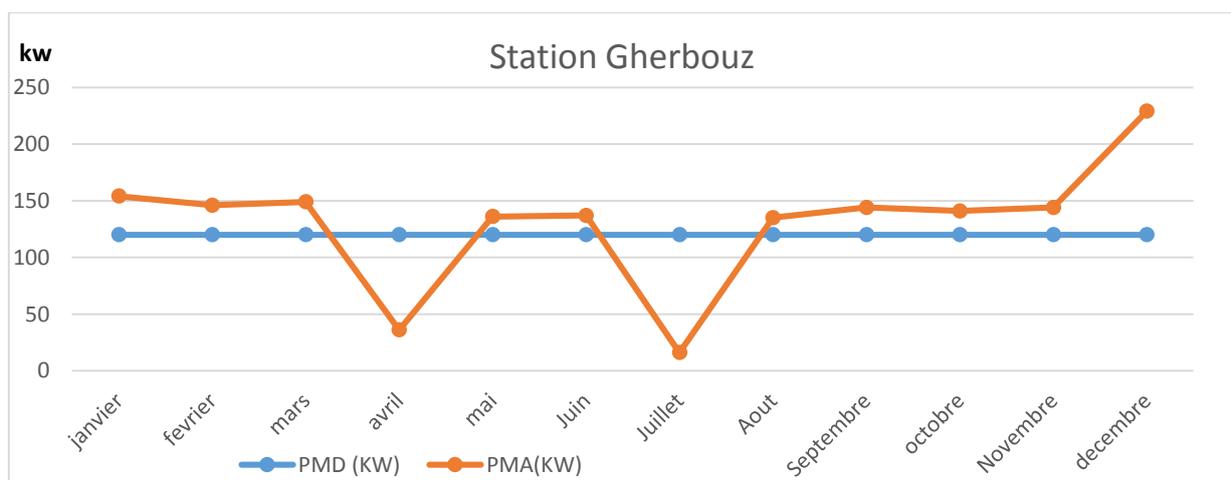


Figure III.14 : Evolution des puissances maximales atteintes station Gherbouz

On note sur le graphique que la PMA a dépassé la PMD tous les mois sauf le mois d'avril où elle a enregistré sa valeur la plus basse de 36 kilowatts et sa valeur la plus haute en décembre de 229 kilowatts, et donc des frais supplémentaires.

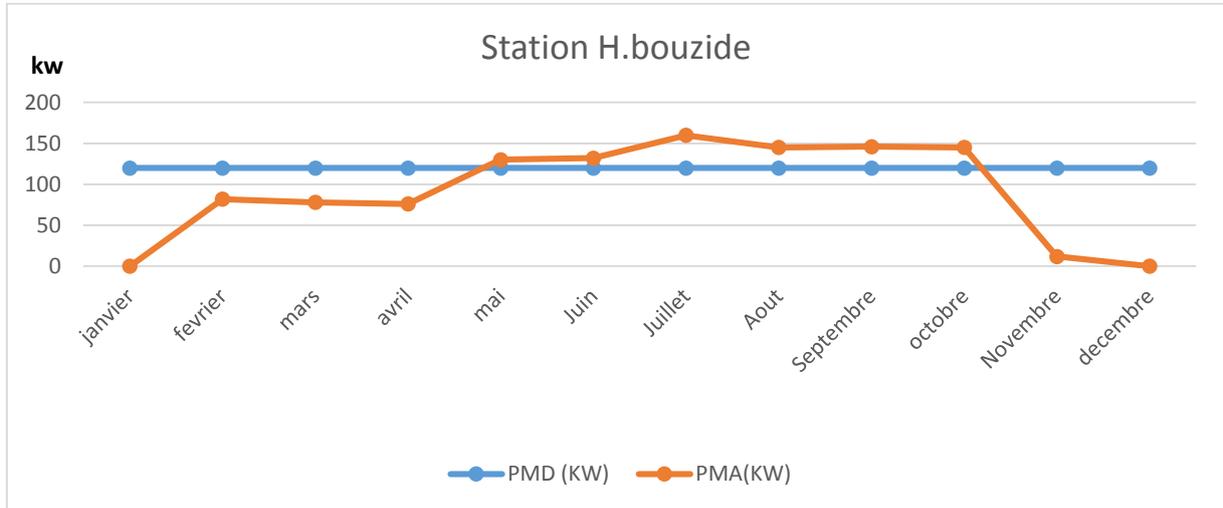


Figure III.15 : Evolution des puissances maximales atteintes station H. Bouzid

On note sur le graphique que la PMA était supérieur à la PMD dans la période de mai à octobre, alors que la station n'a enregistré aucune valeur en janvier et décembre

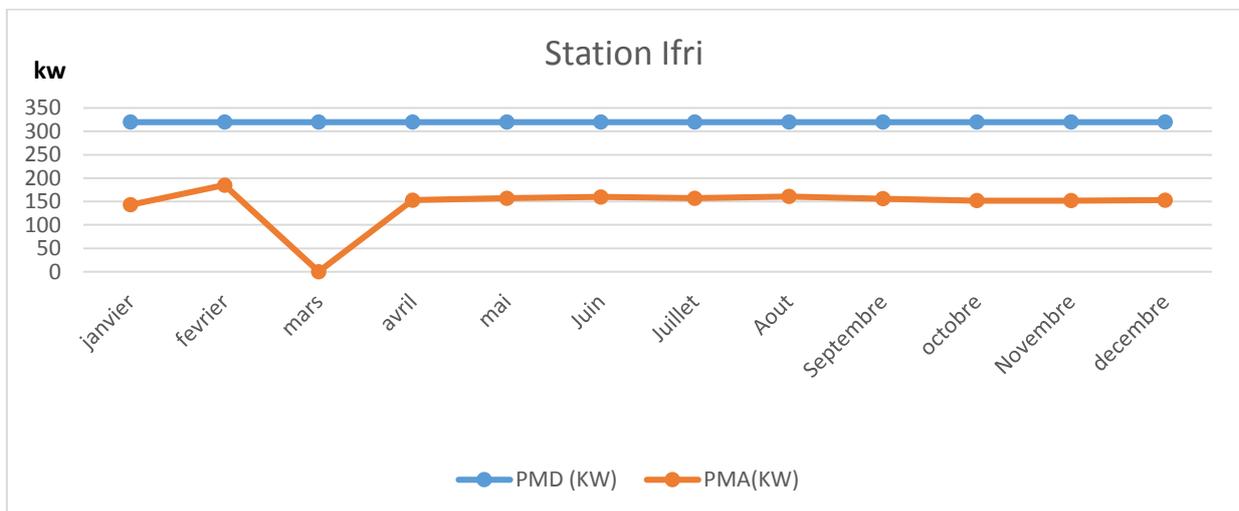


Figure III.16 : Evolution des puissances maximales atteintes station ifri

Nous notons le dessin que l'instabilité dans les trois mois PMA d'abord, puis a commencé à se stabiliser dans le reste des mois, mais ne dépassons pas PMD.

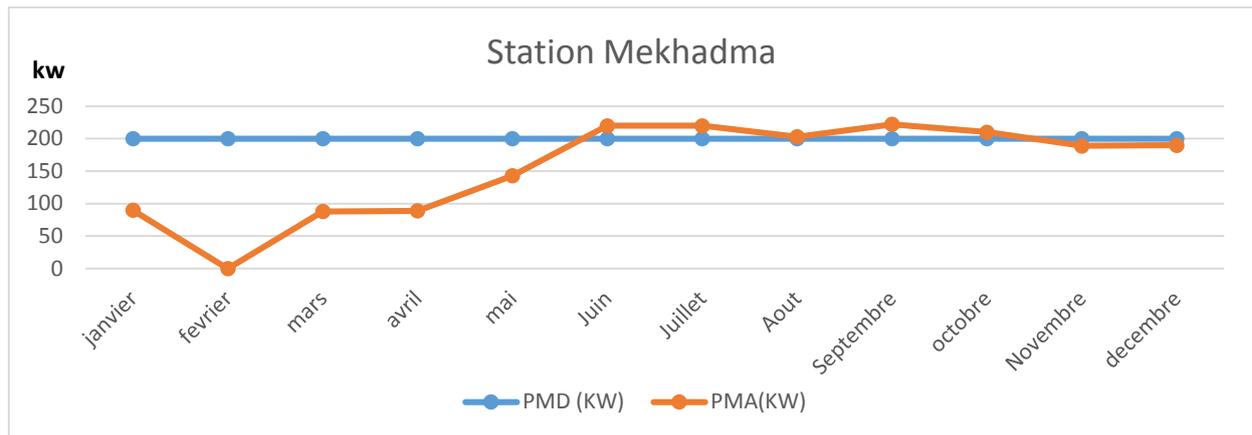


Figure III. 17 : Evolution des puissances maximales atteintes station mekhadma

Nous remarquons sur le graphique que le PMA était supérieur au PMD entre mai et octobre et inférieur aux autres mois

### III.2.3. Critique de la facturation électrique avant l'amélioration

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre pour mieux définir notre analyse les factures d'énergie pour 2021 sont ventilées sur 12 mois, ci-dessous nous présentons un résumé de l'état actuel de la consommation d'énergie. L'étude n'a pas inclus l'usine d'Ain -Kheir car aucune charge supplémentaire n'a été enregistrée tout au long de l'année.

#### III.2.3.1. Composants de la facture et comment la calculer avant de l'améliorer

A : correspondant à la prime fixe représente

Puissance Mise de à disposition (PMD)

Puissance Maximale Atteint (PMA)

Péri fixe constant 515.55 DA

$A = [(PMD * \text{Code tarif}) + (PMA * \text{Code tarif}) + \text{Péri fixe}]$

HT=montant total de mois

TVA énergie 19%

Montant des diverses taxes=200 DA

Majoration

$B = HT - A - \text{Majoration}$

Montant de la Facture avant Optimisation= $A + B + \text{Majoration}$

Montant de la Facture avant Optimisation =  $[(HT - \text{Montant des diverses taxes}) / 1.19]$

Tableau III.7. Situation avant l'amélioration action de période

	Station	Gherbouz	H .Bouزيد	ifri	Mekhadma
Puissance mise à disposition (PMD)	KW	120	120	320	200
Puissance batteries des condensateurs QC	Kvar	0	0	0	0
Puissance maximale atteinte (PMA)	KW	136	160	157	88
Consommation énergie Active	kWh	59937	31704	87487	59522
Consommation d'énergie Réactive	kvar	42296	29058	56892	53503
Facteur de Puissance		0.81	0.73	0.83	0.89
Montant terme A (partie puissance) (+ prime fixe)	DA	29718.43	34052.35	41250.61	24146.6
	%	11	19	10	9.6
Montant terme B (partie consommation)	DA	185516.55	107374	279750.64	177439.83
	%	70	61	72	70
Montant des Pénalités mauvais cos phi	DA	4673,06	5006.09	4984.36	9000.11
	%	1.78	2.86	1.2	3.5
Montant des diverses taxes	DA	200.00	200.00	200.00	200.00
	%				
Montant de la Facture avant Optimisation	DA	261890,57	174454.56	388122.34	250797.99
Prix moyen de KW avant Optimisation	DA	4.37	5.5	4.44	4.21
Total montant mois avant L'amélioration		<b>1075265.46 DA</b>			

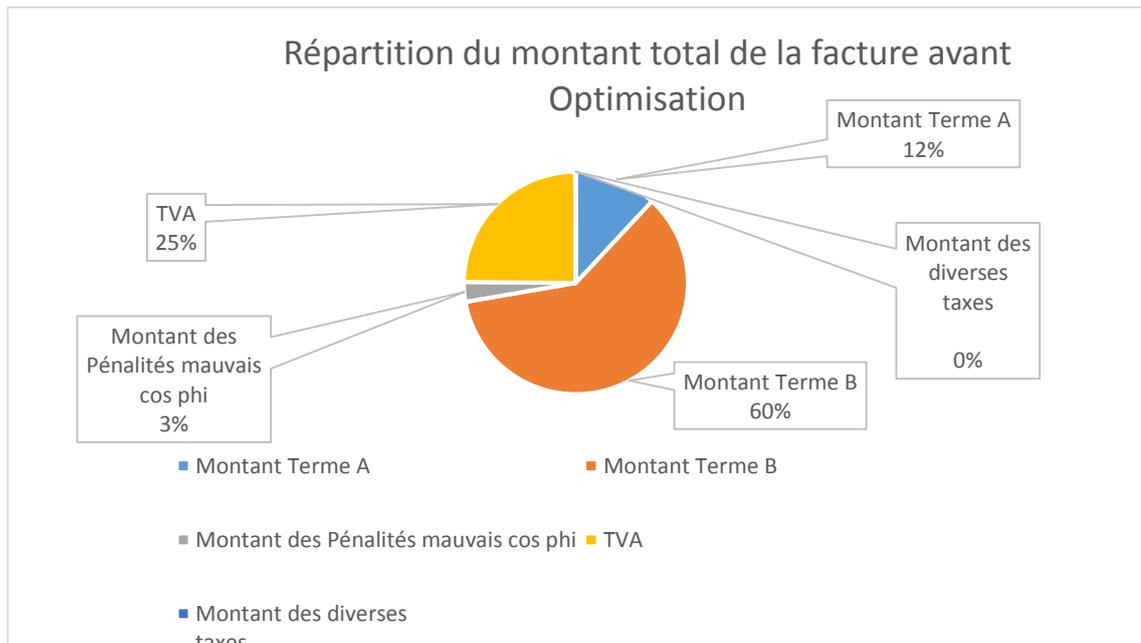


Figure III. 18 : Répartition du montant total de la facture avant L'amélioration

De manière générale, on constate que la part d'énergie consommée constitue plus de 70% des montants facturés. Le terme A représenté la part d'énergie constante et varie de 19% à 10% des factures.

Les taxes représentent en moyenne 19 % de la redevance d'électricité. D'une part, en plus de cela, des frais de dépassement de l'abonnement mensuel et de réduction du facteur de Paissance.

### III.2.4. Situation de la facturation après l'amélioration

Au cours de la période d'amélioration, nous avons modifié le facteur de puissance et la valeur de l'abonnement mensuel au prorata de chaque station, ce qui nous a permis de constater un certain nombre de changements qui ont entraîné une diminution du montant mensuel et une estimation de ce qui pourrait être économisé dans année.

#### III.2.4.1. Composants de la facture comment la calculer après de l'améliorer

A : correspondant à la prime fixe représente

Puissance Mise de à disposition (PMD)

Puissance Maximale Atteint (PMA)

Péri fixe constant 515.55 DA

$$A = [(PMD * \text{Code tarif}) + (PMA * \text{Code tarif}) + \text{Péri fixe}]$$

$$P \text{ (KW)} = \frac{Ea(KWh)}{H(h)}$$

QC puissance d'une batterie Krav

$$QC = P (0.5 - Tg2) \quad Qc = Q1 - Q2 = PTg\theta1 - PTg\theta2 = P(Tg\theta1 - Tg\theta2)$$

$$Q2 \text{ (kvar)} = Q1 - QC$$

$$Tg\theta = \frac{Q}{P} \Rightarrow \begin{cases} Tg\theta1 = \frac{Q1}{P} \\ Tg\theta2 = \frac{Q2}{P} \end{cases}$$

$$Q1 = PTg \theta1$$

$$Q2 = PTg \theta2$$

HT=montant total de mois

TVA énergie 19%

Montant des diverses taxes=200 DA

B= HT-A-Majoration- Bonification

Montant de la Facture **après** L'amélioration =A+B

Montant de la Facture **après** L'amélioration = [(HT- Montant des diverses taxes)/1.19]

Tableau III.8. Situation de la facturation après L'amélioration

	Station	Gherbouz	H .Bouزيد	ifri	Mekhadma
Puissance Mise à Disposition (PMD)	KW	120	200	200	120
Puissance batteries des condensateurs QC	Kvar	30,49	29,05	31.59	59.51
Puissance maximale atteinte (PMA)	KW	136	160	157	88
Consommation énergie Active	kWh	59937	31704	87487	59522
Consommation d'énergie Réactive 2	kVar	20343,2	8142	17529.6	10657.8
Facteur de Puissance		0.95	0.97	0.98	0.99
Montant Terme A (partie puissance) (+ prime fixe)	DA	32814.43	37148,35	36606.61	21050.59
	%	15	0.26	9.5	8.7
Montant Terme B (partie consommation)	DA	182288.98	104176,92	284062.45	180264.74
	%	84	73	74	75
Montant des Pénalités mauvais cos phi	DA	0	0	0	
	%				
Bonification		131.57	100 .27	332.05	271.09
Montant des diverses taxes	DA	200.00	200.00	200.00	200.00
Montant de la Facture après Optimisation	DA	256173.05	168377.13	381796.18	239765.24
Prix moyen de KW après Optimisation	DA	3.58	4.45	4.36	4.06
Gain par Mois		5717.52	6077.8	6326.16	11032.75
Gain par année		5717.52*12	6077.8*12	6326.16*12	11032.75*12
Total mois		1046111.6			
Montant après ajustement de la bénédiction		<b>349846.32</b>			

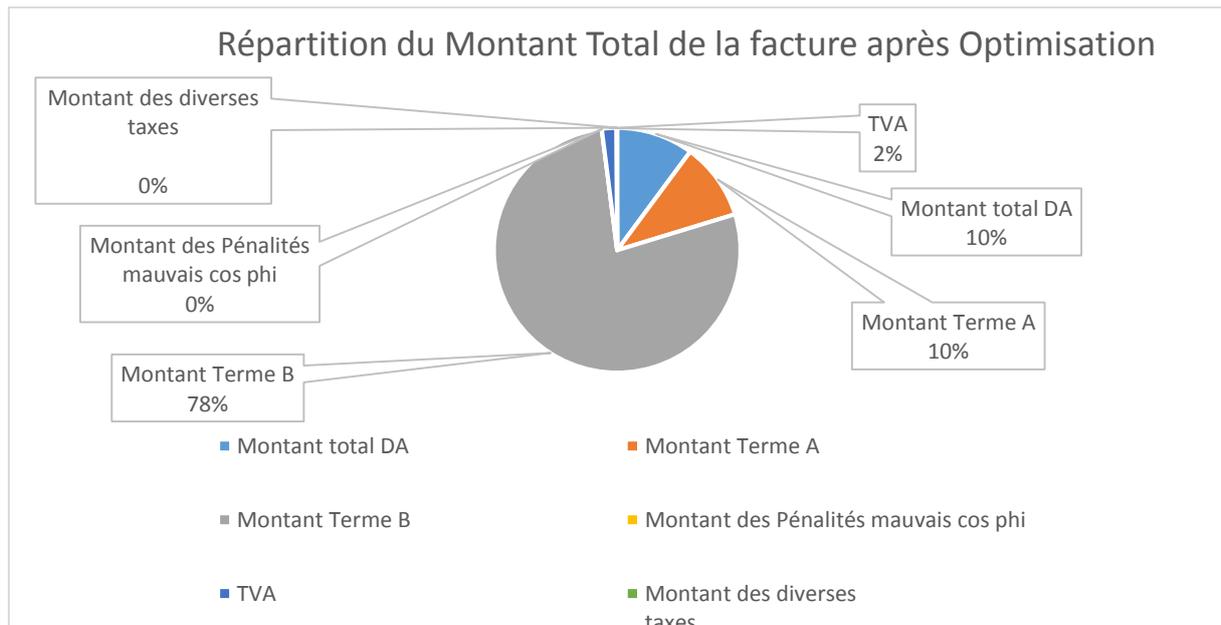


Figure III. 19 : Répartition du Montant Total de la facture après L’amélioration

D'après le tableau, nous remarquons une diminution du montant de la facture en augmentant le facteur de puissance en plus de choisir une valeur appropriée pour l'abonnement mensuel. Nous remarquons également une diminution de la consommation d'énergie réactive.

### III.3. CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous diagnostiquons les factures de consommation, sauf pour la station Ain Kheir, d'autres stations consomment beaucoup d'énergie en activité et en efficacité, ou des sommes importantes sont versées chaque mois, qui s'élève à 388122.34 DA

La solution retenue réside dans la mise en place de batteries de compensation, réduisant ainsi la PMD, des gains importants ont été enregistrés en un an, soit environ 349 846.32 DA

### CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette étude a consisté à analyser la consommation électrique des stations ADE de la ville de Ouargla et à rechercher les pistes générales qui permettraient d'optimiser la consommation d'énergie. Les données techniques ont été fournies par la direction de ADE Ouargla.

Nous avons présenté dans la première partie de notre travail les fondements juridiques et théoriques de l'audit énergétique ainsi la présentation de l'installation à auditer

Le deuxième chapitre était consacré à la vulgarisation des aspects théoriques électrotechniques liés à l'audit énergétique ensuite le mode de facturation et analyse de consommation de l'électricité chez les abonnés HTA de Sonelgaz a été présenté

Le troisième chapitre a élaboré un audit de la consommation de l'énergie électrique des sites ADE de Ouargla en se basant sur l'analyse de la facturation de l'électricité. Des propositions pour rationaliser l'utilisation de l'énergie voir réduire les coûts de consommation ont été proposés.

A partir des consommations énergétiques, nous avons proposé des scénarios et pistes d'économies d'énergie dans les sites visités de ADE Ouargla. Parmi celles-ci, on peut citer :

- un suivi plus rigoureux des consommations d'énergie et la validation des compteurs d'énergie,
- l'installation des batteries de compensation pour améliorer le facteur de puissance donc réduire la consommation de l'énergie réactive afin de bénéficier des bonifications en termes de coût à réduire de la facture mensuelle de l'électricité

Les recommandations qui peuvent être avancées aux responsables ADE Ouargla sont les suivantes :

- Lutte contre le surdimensionnement :

Le surdimensionnement concerne à la fois les ouvrages (capacité nominale de traitement) et les équipements (puissance nominale installée). Il a des conséquences directes sur les coûts d'investissement, mais aussi sur ceux d'exploitation, dont la consommation d'énergie.

En effet, le surdimensionnement implique un fonctionnement en sous-charge en moyenne annuelle, qui est un facteur majeur de dégradation des performances énergétiques des installations (taux de charge organique et hydraulique) et des équipements (taux de charge mécanique).

## CONCLUSION GÉNÉRALE

- Choix des équipements :

Les performances énergétiques (rendements du moteur, rendement global,...) devraient faire partie des critères de sélection des équipements lors de la conception, en étudiant la possibilité de dépasser ou devancer les normes d'efficacité énergétique en cours de validité. Il s'agit non seulement de maximiser les performances en conditions nominales, mais également en sous-charge. En exploitation, chaque renouvellement d'équipement doit être l'occasion de réévaluer la puissance à installer (à la hausse ou à la baisse) pour répondre aux besoins réels, et de choisir du matériel plus performant en profitant des évolutions techniques et réglementaires.

- Automatisation :

L'automatisation est préférable au mode manuel pour optimiser à la fois la qualité du traitement et la consommation d'énergie, car elle permet de s'adapter en temps réel aux variations des conditions de fonctionnement (charges à traiter, température,...).

- Maintenance des moteurs et des équipements :

La maintenance des moteurs (graissage, rebobinage, remplacement des pièces d'usure,...) et des éléments mécaniques (débouchage des pompes, usinage et remplacement des roues,...) contribue non seulement à réduire la fréquence des pannes et à prolonger la durée de vie des équipements, mais aussi à ralentir la dégradation de leurs performances énergétiques. Pour les compresseurs et surpresseurs, le nettoyage régulier des filtres d'aspiration des entrées d'air contribue à maîtriser la dérive des pertes de charge sur le circuit de distribution d'air.

## ملخص

يهتم موضوع الدراسة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الكهربائية تخصص الكهرو تقني الصناعي في التدقيق الطاقوي للشركة الجزائرية للمياه بولاية ورقلة وذلك لتشخيص استهلاك الطاقة وتقديم حلول لتقليل تكلفة الاستهلاك والحفاظ على الأداء الأمثل للمعدات. وفي هذا الصدد تمت زيارة مواقع المحطة وأخذت قياسات الجهد والتيار وتم تدقيق فاتورة الكهرباء لعام 2021 لتشكيل ميزانية كاملة حول هذا الموضوع. من خلال دراستنا وجدنا أن عدة عوامل تؤثر على الزيادة في قيمة الفاتورة، مثل

1 تقليل معامل القدرة

2 يتجاوز القيم الحد الأقصى للطاقة التي تم الوصول إليها من قيمة توفير الطاقة

3 تمثل الطاقة التفاعلية أكثر من نصف الطاقة النشطة

وهكذا قمنا بدراسة كيفية خفض التكاليف وتقديم حلول لترشيد الاستهلاك منها وضع مكثفات لخفض الاستطاعة الرجعية.

قد سجلنا ربح يقدر ب 349 846.32 دج

## RESUME

Notre sujet d'étude, pour l'obtention d'un master en génie électrotechnique industriel est focalisé sur l'audit énergétique à la Société Algérienne des Eaux de la Wilayat de Ouargla pour un système des eaux de la Wilayat de Ouargla dans le but de diagnostiquer les consommations énergétiques et apporter des solutions afin de réduire le coût de la consommation et de maintenir une performance de l'équipement à cet égard, les sites de la station ont été visités, des mesures de tension et de courant ont été prises et la facture d'électricité pour l'année 2021 a été auditée pour former un bilan complet en la matière.

Grâce à notre étude, nous avons constaté que plusieurs facteurs influencent l'augmentation de la valeur de la facture, pour remédier à ces problèmes nous avons opté pour l'installation des batteries de compensation vu que l'énergie réactive représente la moitié de l'énergie active ainsi la réduction de puissance à Mise disposition. Un gain est enregistré de 349 846.32 DA

## ABSTRACT

The subject of study, for obtaining a master's degree in industrial electrotechnique engineering deal with energy audit at the Algerian Water Company of the Wilayat of Ouargla for a water purification system in order to diagnose energy consumption and provide solutions to reduce the cost of consumption and maintain optimal performance of the equipment.

In this regard, the station site was visited, voltage and current measurements were taken and the electricity bill for the year 2021 was audited to form a complete balance sheet on the matter.

Through our study, we have found that several factors influence the increase in the value of the invoice, such as reduce the power factor, exceed the values Maximum Power Reached of the value Power Provision Reactive energy accounts for more than half of active energy

Thus, we have studied how to reduce costs and provide solutions to rationalize consumption.

The gain is around 349 846.32 DA

