



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

*Audit énergétique de la Société
Industrielle Oléicole FES*

Réalisé Par :

BADAOUI Imane.

Encadré par :

P^r BOHARB ALI (FST FES)

M^r SHIMMI Abdeslam (Entreprise)

Soutenu le 10 Juin 2019 devant le jury

Pr EL MOUSSAOUI Hassan (FST FES)

Pr LAMHAMDI Tijani (FST FES)

Pr BOHARB Ali (FST FES)

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour arriver à ce jour tant attendu.

A Ceux qui m'ont indiqué le bon chemin en me rappelant que la volonté fait toujours les grands Hommes et qui ont attendu avec impatience les fruits de leur bonne éducation...Merci mes parents.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à l'équipe pédagogique de **La Faculté des Sciences et Techniques de Fès**, et en particulier tous **les professeurs du département du Génie Electrique** d'avoir partagé leurs connaissances avec nous.

J'adresse mes remerciements à Monsieur **Pr ELMARKHI HASSAN** d'avoir éclairci la voie de mon stage et m'as proposé un tel sujet bénéfique.

Je tiens à remercier mon encadrant pédagogique **Pr BOHARB ALI** pour son effort émanant pendant l'encadrement au cours de mon projet de fin d'études, et la réussite de ce travail n'est qu'une reconnaissance parmi tant d'autres pour la qualité et l'utilité des savoirs qu'il m'a prodigués.

J'adresse ma pure reconnaissance à la direction générale au nom du directeur général **Mr. Khalil LHBABBI** de m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon stage de fin d'études au sein de la SIOF.

Ma gratitude et sincères sentiments sont ainsi accordés à mes encadrants **Mr. SHIMMI** et **Mr. Abed Rahim** pour leurs soutiens, leurs conseils précieux ainsi que leurs savoir bénéfique prodigues tout au long de mon stage.

Merci à toutes les personnes qui n'ont pas été citées et qui ont pourtant posé une pierre à l'édifice en m'accordant quelques minutes de leur temps, une information, un conseil ou tout simplement un soutien, Merci pour leur aimable collaboration.

Merci 

Résumé

Ce rapport est le fruit d'un travail effectué lors d'un stage de fin d'études ayant pour objectif "L'optimisation de la consommation de l'énergie électrique " au sein de la Société Industrielle Oléicole Fès (SIOF).

Il a été donc question de diminuer de manière significative la consommation de l'énergie électrique, en établissant un diagnostic de la qualité énergétique de la société chose qui va nous permettre de prendre conscience de la qualité des installations énergétiques et les comportements quotidiens.

La première partie de ce travail a été réservée à l'étude du réseau électrique de la société et une étude générale de la facture d'électricité. Une analyse approfondie a été élaborée des factures d'électricité de trois dernières années {2017-2018 et 2019}, où on a pu détecter les différents dysfonctionnements qui peuvent influencer la consommation de l'énergie électrique. Trois éléments ont été analysés à savoir {la consommation mensuelle de l'énergie électrique, la puissance appelée et la puissance souscrite, le facteur de puissance}.

En se basant sur les différents résultats obtenus des analyses réalisées, on a proposé un plan d'actions d'efficacité énergétique chiffré et détaillé pour optimiser la consommation de l'énergie électrique.

Ce plan d'actions est relatif à la proposition d'une gestion d'utilisation des tranches horaires, le redimensionnement de la puissance souscrite et la sensibilisation du personnel par des conférences et des formations organisées au sein de la société industrielle oléicole Fès (SIOF).

Sommaire :

Chapitre I : Présentation de la Société SIOF7

1.1	Carte d'identification de la SIOF :	7
1.2	Les sites industriels de la SIOF :	7
1.3	Les dépôts de la SIOF :	8
1.4	Le complexe de la SIOF :	8
1.5	Les produits de la SIOF :	8
1.6	Processus de fabrication d'huile (raffinage) :	8
1.7	Organigramme de la Société:.....	9

Chapitre II : L'installation électrique de la société et l'étude de la facture d'électricité10

2.1	L'installation électrique de la société :.....	10
2.1.1	Le schéma électrique de la SIOF :	10
2.1.1.1	Description des éléments du réseau électrique :	10
2.1.2	Les charges électriques de la société alimentées via TGBT :.....	12
2.2	L'étude de la facture d'électricité du MT :	14
2.2.1	Mode de facturation MT GENERAL :	14
2.2.1.1	Les éléments de la facture électrique :	14
2.2.1.2	Tarif Générale moyenne tension:	14

Chapitre III : Analyse des factures d'électricité :.....17

3.1	Etudes de la consommation de l'énergie électrique :.....	17
3.1.1	La consommation mensuelle de l'énergie électrique de la SIOF :.....	17
3.1.2	La gestion des tranches horaires (kWh/Th) :	18
3.2	La puissance appelée et la puissance souscrite :.....	20
3.2.1	Puissance appelée :.....	20
3.2.2	Puissance souscrite :.....	22
3.3	Analyse du facteur de puissance :.....	22
3.4	Conclusion :.....	24

Chapitre IV : Plan d'actions d'optimisation de consommation d'énergie.....25

4.1	Optimisation par changement de comportement du personnel :.....	25
-----	---	----

4.1.1	La sensibilisation en bonnes pratique d'économie d'énergie :.....	25
4.1.2	Formation Technique pour le personnel responsable de la Société :.....	26
4.2	Optimisation électrique :.....	26
4.2.1	L'optimisation de la puissance souscrite :.....	26
4.2.2	Optimisation de la consommation de l'énergie électrique de l'éclairage :.....	28
4.2.3	Gestion des tranches horaires :.....	30
4.2.4	Optimisation de la consommation de l'énergie électrique des moteurs :.....	30
4.2.5	Mise en place d'un système de gestion d'énergie électrique et thermique :.....	31
4.3	Conclusion:.....	33

Liste des abréviations :

SIOF : Société Industrielle Oléicole Fès.

MT : Moyenne Tension.

BT : Basse Tension.

TGBT : Tableau Général Basse Tension.

KVA : kilos-Volts-Ampères.

KWh : kilos-Watt- heures.

HP : Heures de Pointes.

HN : Heures Normales.

HC Heures Creuses.

RP : Redevances de Puissance.

RC : Redevances de Consommation.

PDPS : Redevances Dépassement Puissance Souscrite.

Ps : Puissance souscrite.

Pa : Puissance appelée.

PF : Prime Fixe annuel.

Th : tranches horaires.

C.H.N : Consommation Heures Normales.

C.H.C: Consommation Heures Creuses.

C.H.P : Consommation Heures de pointe.

CME : Consommation Mensuelle Energie Electrique.

CME : Cout Moyen d'Électricité.

T.C.M : Taux de charge moyen.

H : Heures.

Introduction Générale

Le coût de l'énergie constitue une composante importante au niveau des charges d'exploitation, la nécessité de maîtriser l'utilisation de l'énergie devient un objectif important pour la réalisation d'économies. Cette situation conduit les entreprises énergivores à réaliser des audits énergétiques et à chercher des solutions basées sur l'efficacité énergétique en adoptant une stratégie favorisant d'avantage le recours aux nouvelles technologies de maîtrise de l'énergie.

L'audit énergétique qui est défini conformément à l'article 12 de la loi marocaine N° 47 - 09 relative à l'efficacité énergétique comme un ensemble d'études, d'investigations techniques et économiques, des contrôles de performances énergétiques des équipements et des procédés techniques, permettant l'identification des causes de la surconsommation de l'énergie et la proposition d'un plan d'actions correctif.

C'est sous cette perspective s'inscrit ce rapport de stage de fin d'études effectué au sein de la société SIOF, dont l'objectif a été de repérer les possibilités d'économie d'énergie au niveau des différents postes de consommation d'énergie de la société.

Ce rapport de stage fait l'objet de quatre chapitres qui se présentent comme suit :

- Une présentation globale de la SIOF
- Une étude analytique du réseau électrique, et des différents éléments d'une facture d'électricité.
- Une analyse approfondie et détaillée des factures d'électricité des trois dernières années.
- Un plan d'actions d'efficacité énergétique détaillé et chiffré.

1 Chapitre I : Présentation de la Société SIOF

1.1 Carte d'identification de la SIOF :

Considérée comme l'une des sociétés les plus compétitives et productives à l'échelle nationale, la SIOF "Société Industrielle Oléicole de Fès" est une société anonyme à vocation agroalimentaire plus exactement dans le domaine de l'extraction de l'huile de grignon, raffinage, conditionnement des huiles alimentaires et conservation des olives.

Raison social	SIOF : société industrielle oléicole de Fès
Siège social	29, Rue Pictet Q.I Dokkarat - 30000 Fès rue 806, q.i., Sidi Brahim –Fès
Capital social	52.000.000 DH
Forme juridique	Société anonyme
Date de création	1961
Domaine d'activité	Extraction, raffinage, conditionnement des huiles alimentaires et des conserves des olives.
Superficie de l'usine	Zone industrielle de Dokkarat, occupe une surface de 12000 m ² pour le raffinage d'huile alimentaire Zone industrielle Sidi Brahim : une surface de 20000 m ² , assurant la trituration des olives, la production de conserves d'olives et l'extraction d'huile de grignon.
Effectifs	320 personnes dans les deux sites industriels

Tableau 1: La fiche d'identité de la SIOF

1.2 Les sites industriels de la SIOF :

La SIOF dispose trois sites industriels :

- Le 1^{er} site est situé à la zone industrielle Sidi Brahim, sur une superficie de **20.000 m²**, il est spécialisé dans la trituration des olives, la production des conserves d'olives et l'extraction d'huile de grignon.
- Le 2^{ème} est situé à la zone industrielle Dokkarat, occupe une superficie de **12.000 m²**, il est spécialisé dans le raffinage et le conditionnement des huiles alimentaires.
- Le 3^{ème} est situé à Ain Taoujdate « Domaine El Hamd », occupe une superficie de **20.000 m²**, Il est spécialisé à l'extraction des huiles de grignon et il intègre l'amont agricole.

1.3 Les dépôts de la SIOF :

La SIOF a implanté cinq dépôts permettant une bonne distribution des produits sur les différents points du royaume comme suit :

- Dépôt Casablanca.
- Dépôt Oujda.
- Dépôt Marrakech.
- Dépôt Oued-Zem.
- Dépôt Tétouan.

1.4 Le complexe de la SIOF :

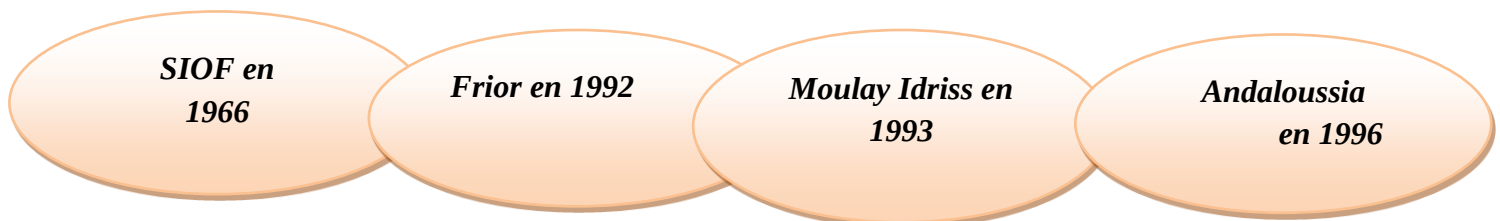
Le groupement SIOF possède un complexe qui comprend :

- ✓ Un matériel d'extraction de l'huile de grignon.
- ✓ Un matériel de raffinage des huiles alimentaires.
- ✓ Une unité de fabrication d'emballage et conditionnement de produits.
- ✓ Un réseau de distribution.

1.5 Les produits de la SIOF :

Due à l'investissement et le savoir-faire affirmé auprès des cadres qualifiés de la SIOF, cette dernière a pu intégrer la production et diversifier sa gamme de fabrication.

- ❖ Moulay Idriss : l'huile d'olive vierge courante.
- ❖ SIOF : l'huile de table raffinée à base de soja.
- ❖ Andaloussia : huile de grignons raffinés.
- ❖ Frior : huile de friture, 100% tournesol



1.6 Processus de fabrication d'huile (raffinage) :

Le raffinage d'huiles comestibles est un processus qui se fait étape par étape. Le raffinage de l'huile supprime les phospholipides, les pigments, les saveurs étrangères, les acides gras libres et les autres impuretés. Le processus de l'usine de raffinage d'huile comprend des

procédés de dégomme, de neutralisation, de lavage, de séchage, de décoloration, de filtration, de désodorisation et de fortification. Le raffinage chimique se fait afin d'éliminer les acides gras que contient l'huile brute qui est extrait des grains. Ce procédé permet de supprimer les savons de sodium par décantation du contenu du réservoir ou par l'utilisation de séparateurs centrifuges. Les huiles dont les acides ont été neutralisés sont ensuite décolorées et désodorisées.

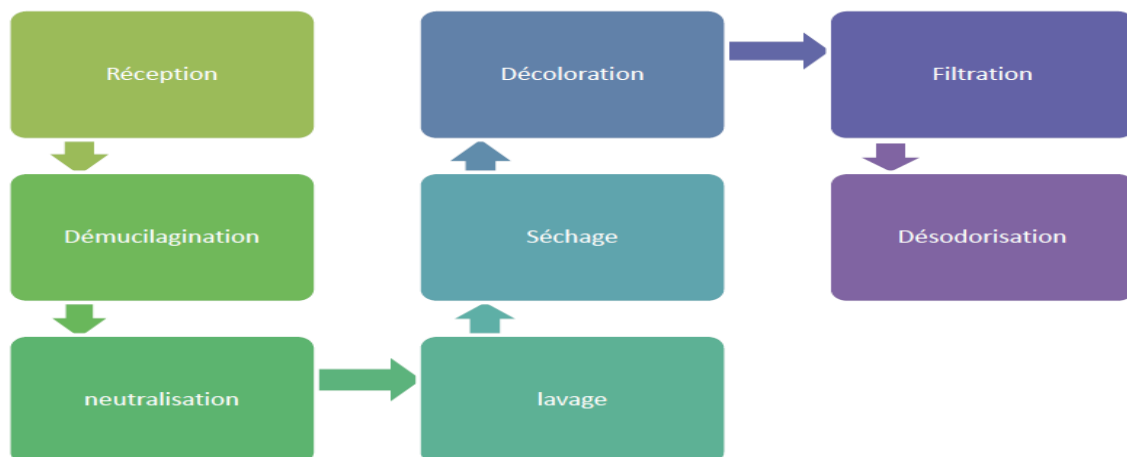


Figure 1: Le Processus du Raffinage

1.7 Organigramme de la Société:

L'organisation structurelle de la SIOF est représentée selon la figure ci-dessous :

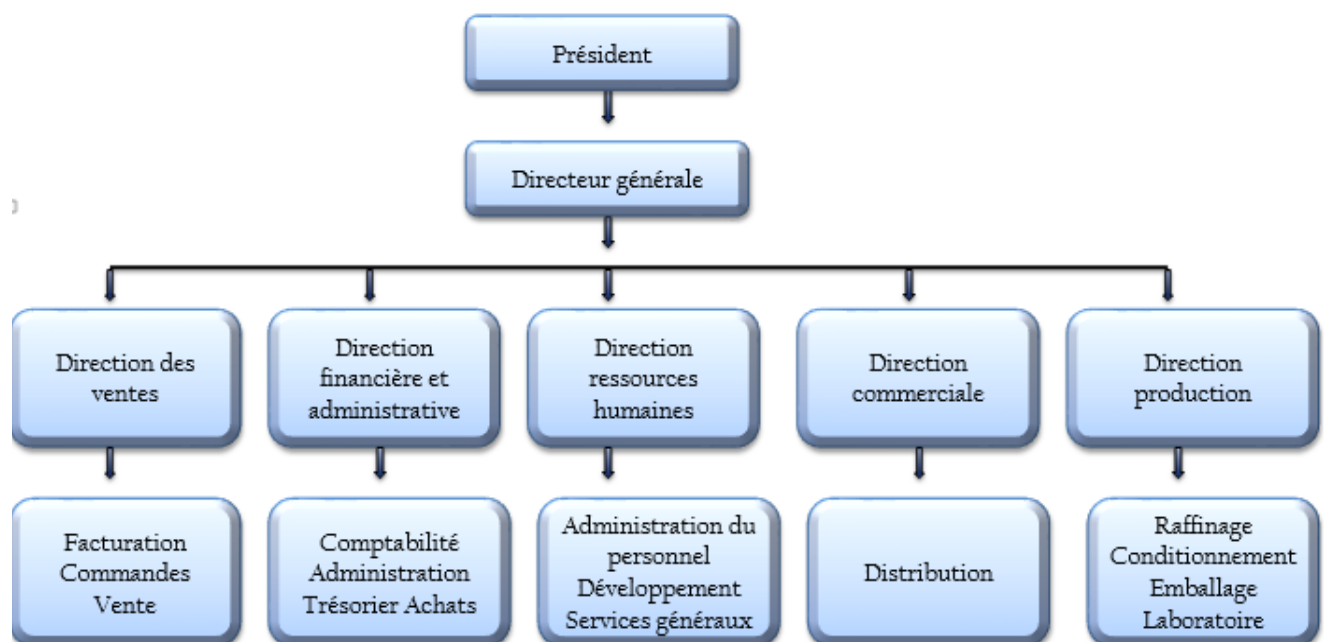


Figure 2:L'organigramme de la société.

2 Chapitre II : L'installation électrique de la société et l'étude de la facture d'électricité

2.1 L'Installation électrique de la société :

2.1.1 Le schéma électrique de la SIOF :

Le réseau électrique de la société SIOF est alimenté sous une tension 22000 V provenant du réseau électrique la RADEEF permettant l'alimentation de l'ensemble des équipements et les charges de la société.

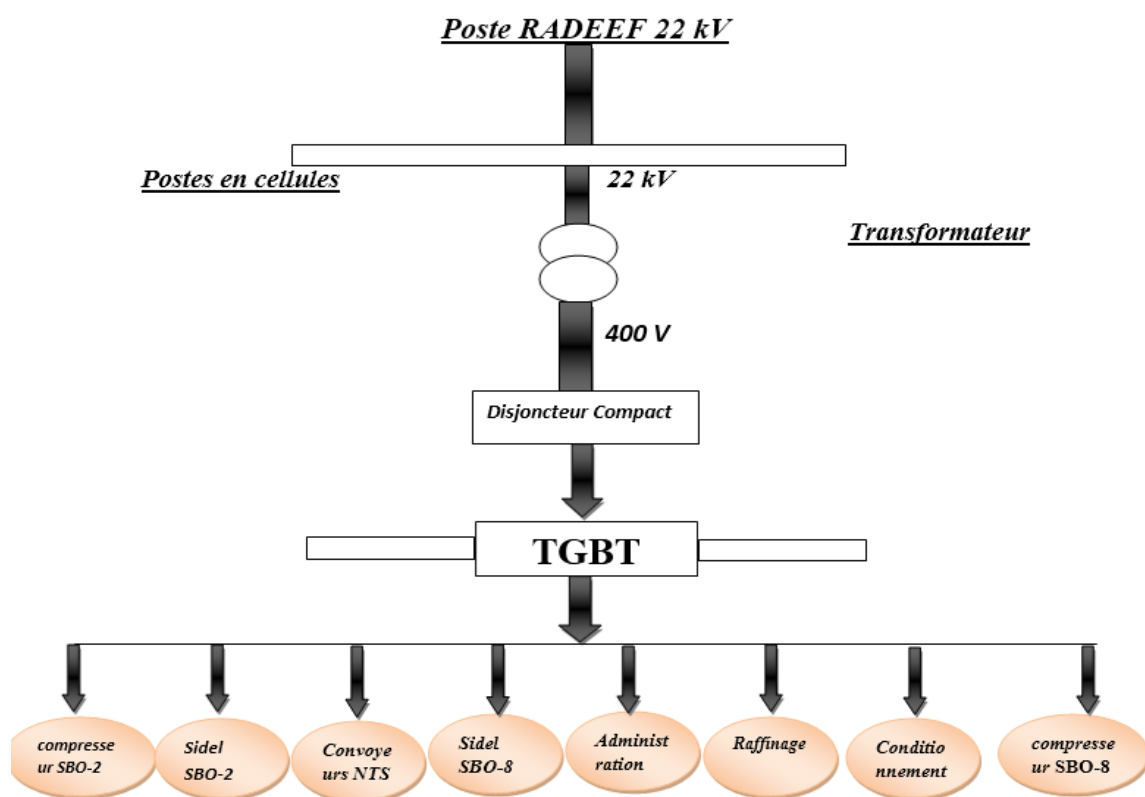


Figure 3: le schéma électrique de la SIOF

2.1.1.1 Description des éléments du réseau électrique :

Le réseau électrique de la SIOF est constitué des éléments principaux suivants :

- ✚ Postes des cellules MT.
- ✚ Un transformateur de 1000 KVA.
- ✚ Un tableau général basses-tension.
- ✚ Un disjoncteur général.

Le transformateur :

Le transformateur électrique est un convertisseur qui sert à modifier les valeurs de tensions et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative. Par exemple on convertit une tension sinusoïdale de 22000V en une autre tension sinusoïdale de 400 V.



Figure 4: Le transformateur de la société

Postes en cellule MT :

Ce poste contient cinq cellules :

- ✓ Deux Cellules de dérivation.
- ✓ Cellule d'arrivée.
- ✓ Cellule de comptage.
- ✓ Cellule de disjoncteur différentiel.
- ✓ Cellule de protection du transformateur.



Figure 5: L'armoire du poste en cellules

Disjoncteur général :

Le disjoncteur est un dispositif électromécanique, voire électronique, de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique.



Figure 6:Le Disjoncteur général au niveau du transformateur.

Tableau général basse tension (TGBT) :

TGBT : Le Tableau Général Basse Tension fait le lien entre l'arrivée du réseau de distribution d'électricité et le réseau du client (entreprise, particulier...).

Il peut être suivi de tableaux divisionnaires en fonction de la grosseur et du cahier des charges de l'installation. Il permet une adaptation de tension pour la suite de l'installation.

2.1.2 Les charges électriques de la société alimentées via TGBT :

Comme le TGBT {Tableau General Basses Tension} de la SIOF dispose de deux armoires, on donne ci-après les puissances nominales des différents équipements et unités de la société :

 Le premier Tableau :

<i>Les équipements et les unités</i>	<i>La puissance nominale en W</i>
Compresseur SBO2	110851,25
Vide	173205,08
L'administration + Atelier	173205,08
Convoyeurs NST	173205,08
Convoyeurs SBO8	277128,13
Raffinage + chaudière	554256,26
Conditionnement	277128,13
Vide	277128,13
Compresseur SBO8	277128,13

Tableau 2:les puissances des différents équipements et unités

 Le deuxième Tableau :

<i>Les équipements et les unités</i>	<i>La puissance nominale en W</i>
Éclairage	69282,03
INOX pompe a palette	69282,03
GA45-7 bar (compresseur)	173205,08
Éclairage	17320,51
Éclairage	69282,03
Pompe à eau SBO2	11085,13
Pompe à eau	34641,02
Pompes INOX	55425,63
INOX	174590,72
SIDEL SBO2	692820,32
Service plastique	1745907,21
GA37-7 bar (compresseur)	692820,32

Tableau 3:les puissances des différents équipements et unités

2.2 L'étude de la facture d'électricité du MT :

Dans le but d'assimiler les différents termes qui constituent la facture d'électricité, on présente les différents éléments de la facture d'électricité et la tarification du MT.

2.2.1 Mode de facturation MT GENERAL :

2.2.1.1 Les éléments de la facture électrique :

Pour chaque client Moyen Tension, le montant facturé mensuellement est la somme des redevances calculées en fonction des éléments suivants : {*La consommation facturée - L'option tarifaire - La puissance souscrite - La puissance appelée - Le facteur de puissance – Les redevances de comptages*}.

2.2.1.2 Tarif general moyenne tension:

Quoique ce soit la communauté de délivrance de l'énergie électrique, la tarification de cette dernière doit être définie dans le cadre de la politique énergétique nationale. Celle-ci doit englober toutes les charges d'investissement et d'exploitations relatives à la production de l'électricité.

Cette tarification actuelle présente trois postes horaires durant douze mois :

Les postes horaires :

Ils sont définis comme suit :

Postes Horaires	Hiver	Eté
	Du 01/10 au 31/03	Du 01/04 au 30/09
Heures de pointe (HP)	17h à 22h	18 h à 23h
Heures normales (HN)	07h à 17h	07h à 18h
Heures Creuses (HC)	22h à 07h	23h à 07h

Tableau 4:Les postes Horaires

 Tarifs de vente (en DH TTC) :

	Prix Unitaire DH-HT	TAUX TVA	Montant TVA	Prix Unitaire DH-TTC
Heures de Pointes (KWh)	1,241840	14%	0,1739	1,4157
Heures Pleines (KWh)	0,886050	14%	0,1241	1,0101
Heures Creuses (KWh)	0,648950	14%	0,9009	0,7398

Tableau 5: Prix d'électricité par tranche horaire

 Redevance de Consommation (RC) :

La redevance de consommation est facturée mensuellement comme suit :

$$RC = (\text{Prix HP} * \text{Cons HP}) + (\text{Prix HN} * \text{Cons HN}) + (\text{Prix HC} * \text{Cons HC}).$$

Où : **-Prix HP** : Prix du KWH pendant les heures de pointes ;

-Prix HN : Prix du KWH pendant les heures normales ;

-Prix HC : Prix du KWH pendant les heures creuses ;

-Cons HP : Energie active consommée pendant les heures de pointes ;

-Cons HN : Energie active consommée pendant les heures normales ;

-Cons HC : Energie active consommée pendant les heures creuses ;

 Redevances de puissance (RP) :

La redevance de puissance (RP) est facturée mensuellement en fonction de la puissance souscrite selon la formule suivante :

$$RP = PF / 12 \times Ps.$$

Avec PF : Prime fixe annuelle {449,67 DHS pour la RADEEF} ;

Ps : Puissance souscrite ;

 Dépassement des puissances souscrites :

Selon les normes, La puissance appelée par chaque société ne doit pas dépasser la puissance souscrite, au cas de dépassement de cette puissance la société paie une pénalité.

$$RDPS = 1,5 * PF / 12 * (Pa - Ps).$$

Où Pa : puissance maximale appelée pendant le mois ;

 Majoration pour facteur de puissance inférieur à 0.8 (Maj. (cos phi)) :

Si au cours d'un mois de facturation, le facteur de puissance moyen mensuel est inférieur à 0.80. Le montant total des redevances dues par le client au titre de sa consommation mensuelle sera majoré de 2% pour chaque centième d'insuffisance du facteur de puissance constaté :

$$\text{Maj. (cos}\varphi) = 2 * (0,8 - (\cos \varphi)) * (RC + RP + RDPS).$$

3 Chapitre III : Analyse des factures d'électricité :

Chaque stratégie d'économie d'énergie nécessite une analyse approfondie des factures d'électricité, cette analyse donne un aperçu global sur la demande électrique et permet d'aboutir à des solutions assez efficaces et peu coûteuses permettant de générer les premiers gains sur la facture d'électricité.

La réalisation de cette économie suppose une familiarisation avec les divers éléments de la facturation et les tarifs appliqués par la RADEF.

L'analyse est portée principalement sur les composantes principales de la facture à savoir :

- ***La puissance souscrite avec la RADEEF ;***
- ***La puissance maximale appelée ;***
- ***Le facteur de puissance ou $\cos(\phi)$;***
- ***La consommation de l'énergie électrique ;***

3.1 Etudes de la consommation de l'énergie électrique :

Pour étudier la consommation de l'énergie électrique de la SIOF, on a travaillé sur les factures électriques de 3 ans (2017, 2018 et le premier trimestre 2019), ceci nous a permis de détecter les différentes pertes d'énergie à la société.

3.1.1 La consommation mensuelle de l'énergie électrique de la SIOF :

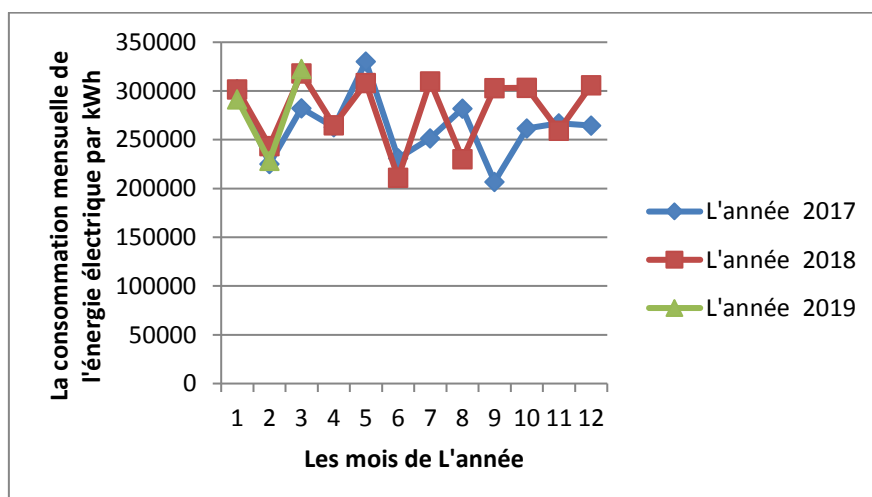


Figure 7: CME (kWh) = f (mois) en (2017, 2018, 2019)

En analysant les courbes représentatives de la consommation mensuelle de l'énergie électrique de la société en 2017,2018 et le premier trimestre de 2019, on constate que leur consommation varie entre 200 000 kWh comme valeur minimale et 340 000 kWh comme valeur maximale, ces variations d'un mois à l'autre sont dû à la production mensuelle totale de la société.

3.1.2 La gestion des tranches horaires (kWh/Th) :

Le taux d'exploitation :

Pour étudier la répartition de la consommation de l'énergie électrique dans chaque poste horaire, on calcule le taux d'exploitation de cette énergie dans chaque poste en appliquant la règle suivante :

Le taux d'exploitation des heures X = la consommation de l'énergie électrique dans les heures X / la consommation totale. {X : pleines, creuses, de pointe}.

Les mois	<u>Taux d'exploitation</u>		
	H. Normales	H. Creuses	H.de Pointes
Janvier	49,72 %	27,49 %	22,79 %
Février	50,02 %	26,55 %	23,43 %
Mars	50,77 %	27,19 %	22,04 %
Avril	55,23 %	24,87 %	19,90 %
Mai	54,77 %	24,46 %	20,77 %
Juin	55,02 %	24,20 %	20,78 %
Juillet	56,65 %	22,86 %	20,49 %
Août	53,91 %	25,21 %	20,88 %
Septembre	54,83 %	23,70 %	21,47 %
Octobre	50,65 %	27,80 %	21,55 %
Novembre	49,26 %	28,91 %	21,83 %
Décembre	50,79 %	29,69 %	19,52 %

Tableau 6: le taux d'exploitation des postes horaires

✓ Le graphe représentatif du taux d'exploitation :

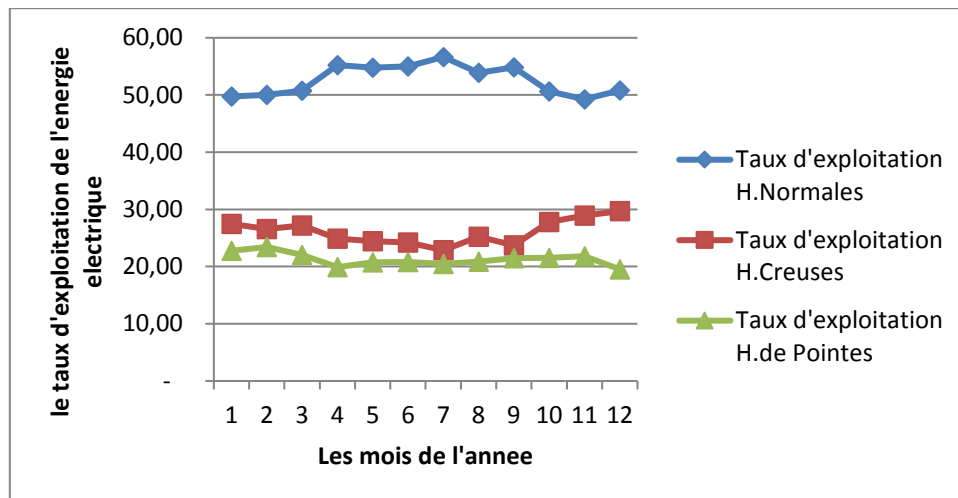


Figure 8: Taux d'exploitation=f (mois) en (2018)

En analysant les courbes représentatives du taux d'exploitation de l'énergie électrique, on constate que :

- la société consomme de 49% à 57% de son énergie dans les heures normales.
- l'allure des taux d'exploitation de l'énergie électrique dans les heures de pointes ainsi les heures creuses est quasiment continue, et varie dans un intervalle allant de 20% à 30% chose qu'on interprète par une mauvaise gestion des heures creuses et pointes.

✚ Le cout moyen d'électricité :

En se basant sur la partie précédente, on remarque que le taux d'exploitation des heures creuses et celui de pointes sont égaux. Sachant que le cout des heures de pointes est élevé comparant à celui des creuses, on va calculer le cout moyen d'électricité dans chaque poste horaire en appliquant la règle suivante :

$$CME = \text{Redevance de consommation dans chaque poste horaire} / \text{Energie total en kWh.}$$

✓ Le graphe représentatif du cout moyen d'électricité :

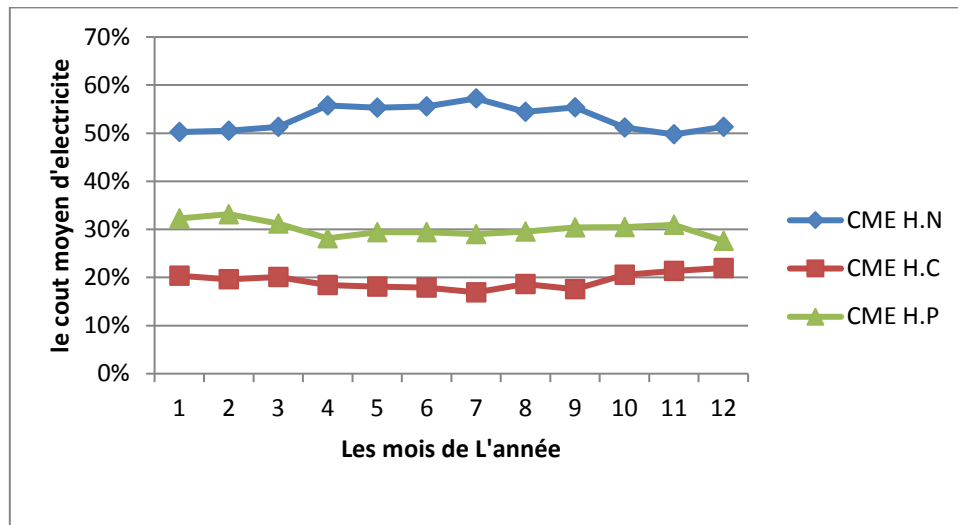


Figure 9: CME =f (mois) en (2018)

En analysant le graphe ci-dessus, on remarque que le cout moyen d'électricité des heures de pointes qui est 30 % du cout total est élevé comparant à celui des creuses qui est 20 % du cout total.

Concernant les heures normales, leur cout moyen est entre 50% et 60% du cout total.

3.2 La puissance appelée et la puissance souscrite :

Nous étudions dans cette partie les puissances appelées comparées à la puissance du transformateur, ensuite nous analysons la différence entre la puissance appelée et la puissance souscrite pour détecter s'il y a des dépassements et si cette dernière est bien dimensionnée.

3.2.1 Puissance appelée :

✚ Le taux de charge de transformateur :

Pour calculer le taux de charge mensuelle moyen du transformateur, on a calculé en premier lieu la puissance moyenne dans chaque catégorie d'heures en appliquant la relation suivante :

La puissance moyenne par H (N, C, P) en kW = (La consommation dans chaque catégorie d'heures) / (30*Nombres d'heures de chaque catégorie).

Le taux de charge du transformateur est donné comme le suit :

Taux de charge du transformateur = (la puissance moyenne) /la puissance installée.

<i>Les mois</i>	<i>C.H.N</i>	<i>C.H.C</i>	<i>C.H.P</i>	<i>P.M H.N</i>	<i>P.M H.C</i>	<i>P.M H.P</i>	<i>T.C.M moyen H.N</i>	<i>T.C.M moyen H.C</i>	<i>T.C.M moyen H.P</i>
<i>Janvier</i>	<i>149990</i>	<i>82910</i>	<i>68750</i>	<i>499,97</i>	<i>345,46</i>	<i>381,94</i>	<i>50%</i>	<i>35%</i>	<i>38%</i>
<i>Février</i>	<i>121890</i>	<i>64710</i>	<i>57100</i>	<i>406,30</i>	<i>269,63</i>	<i>317,22</i>	<i>41%</i>	<i>27%</i>	<i>32%</i>
<i>Mars</i>	<i>161530</i>	<i>86510</i>	<i>70120</i>	<i>538,43</i>	<i>360,46</i>	<i>389,56</i>	<i>54%</i>	<i>36%</i>	<i>39%</i>
<i>Avril</i>	<i>146410</i>	<i>65930</i>	<i>52740</i>	<i>488,03</i>	<i>274,71</i>	<i>293,00</i>	<i>49%</i>	<i>27%</i>	<i>29%</i>
<i>Mai</i>	<i>168770</i>	<i>75380</i>	<i>64010</i>	<i>562,57</i>	<i>314,08</i>	<i>355,61</i>	<i>56%</i>	<i>31%</i>	<i>36%</i>
<i>Juin</i>	<i>116060</i>	<i>51050</i>	<i>43840</i>	<i>386,87</i>	<i>212,71</i>	<i>243,56</i>	<i>39%</i>	<i>21%</i>	<i>24%</i>
<i>Juillet</i>	<i>175600</i>	<i>70860</i>	<i>63500</i>	<i>585,33</i>	<i>295,25</i>	<i>352,78</i>	<i>59%</i>	<i>30%</i>	<i>35%</i>
<i>Août</i>	<i>124030</i>	<i>57990</i>	<i>48040</i>	<i>413,43</i>	<i>241,63</i>	<i>266,89</i>	<i>41%</i>	<i>24%</i>	<i>27%</i>
<i>Septembre</i>	<i>166210</i>	<i>71840</i>	<i>65090</i>	<i>554,03</i>	<i>299,33</i>	<i>361,61</i>	<i>55%</i>	<i>30%</i>	<i>36%</i>
<i>Octobre</i>	<i>153650</i>	<i>84330</i>	<i>65360</i>	<i>512,17</i>	<i>351,38</i>	<i>363,11</i>	<i>51%</i>	<i>35%</i>	<i>36%</i>
<i>Novembre</i>	<i>127800</i>	<i>75010</i>	<i>56650</i>	<i>426,00</i>	<i>312,54</i>	<i>314,72</i>	<i>43%</i>	<i>31%</i>	<i>31%</i>
<i>Décembre</i>	<i>155340</i>	<i>90820</i>	<i>59710</i>	<i>517,80</i>	<i>378,42</i>	<i>331,72</i>	<i>52%</i>	<i>38%</i>	<i>33%</i>

Tableau 7: Le taux de charge du transformateur

D'après l'analyse du tableau, on constate que le taux de charge mensuel moyen du transformateur durant toute l'année 2018 est inclut dans la marge de son bon rendement qui est de 30% à 70% dans les heures normales; chose qu'on interprète par un rendement optimal du transformateur , le même résultat qu'on trouve concernant la majorité des mois pour les heures de pointes et creuses sauf en Avril , juin , aout et février où on trouve un taux entre 21% et 29%, ça veut dire un mauvais rendement du transformateur.

3.2.2 Puissance souscrite :

En se basant sur les puissances appelées durant l'année 2017, 2018 et les trois premiers mois de 2019, nous présentons le graphe ci-dessous pour détecter s'il y a un dépassement de puissance souscrite qui est **850 kVA**.

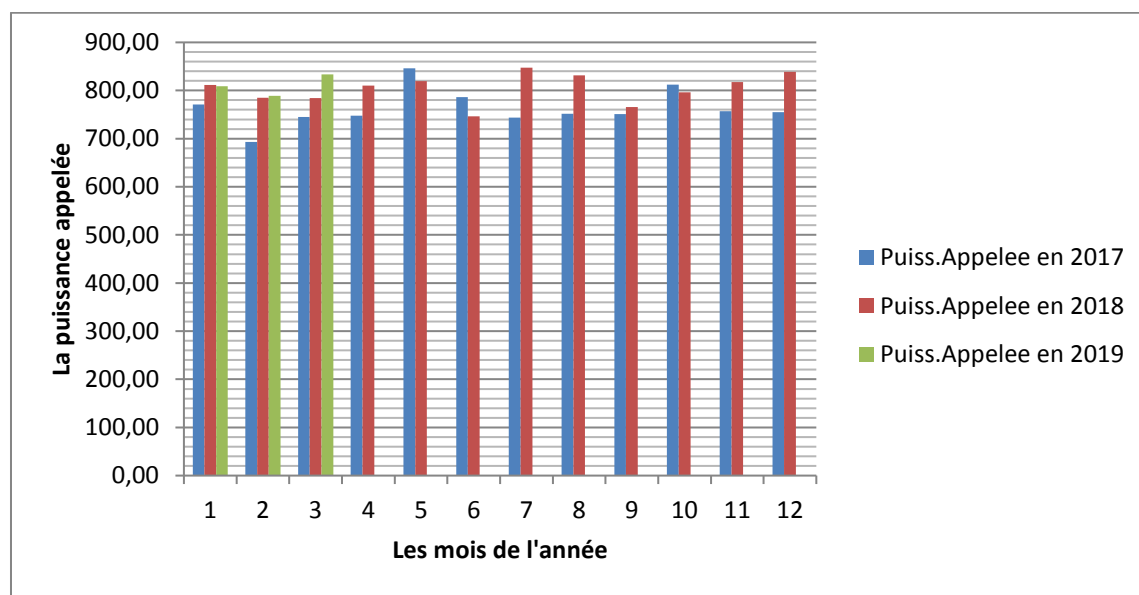


Figure 10: Puissance Appelée (KVA) =f (mois) en (2017, 2018, 2019)

Durant les trois ans étudiés, la SIOF n'a pas dépassé en aucun mois la puissance souscrite, mais on constate parfois qu'il y a une grande différence positive entre $\{P_s - P_a\}$. ***{Donc la puissance souscrite n'est pas bien dimensionnée.}***

3.3 Analyse du facteur de puissance :

Le Facteur de puissance est défini comme le quotient de la puissance active sur la puissance apparente : **$\cos\phi = P/S$**

Avec **P : puissance active** = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ **U : la tension entre phase et neutre**

S : puissance apparente = $\sqrt{3} \cdot U \cdot I$ **I : le courant consommé par phase**

Si au cours d'un mois donné, la quantité d'énergie réactive consommée donne lieu à une valeur inférieure à 0,8 du cos (phi) moyen mensuel, le montant total des redevances dues par le client au titre de sa consommation mensuelle sera majoré de 2% pour chaque centième d'insuffisance du cos (phi) constaté. Dans la pratique, il vaut mieux avoir un cos (phi) proche de 1 pour réduire l'énergie réactive consommée.

Un suivi d'évolution du $\cos(\phi)$ durant les années 2017-2018 et 2019 nous a permis de tracer les courbes des figures suivantes :

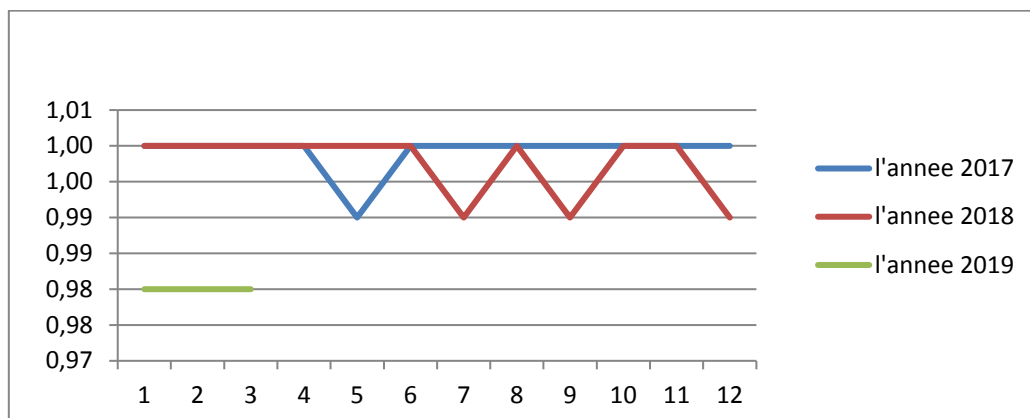


Figure 11:Le graphe d'évolution de $\cos \phi$ durant les trois années (2017, 2018 et 2019)

En analysant le graphe d'évolution du facteur de puissance des trois ans dans la société, on constate que ce dernier était fixe à la valeur 1 en 2017, varie entre 0,99 et 1 en 2018 et il a été stable à 0,98 pendant les trois premiers mois en 2019.

Du premier coup on peut dire que le $\cos$ est très bon puisqu'il est supérieur à 0,8.

Mais du fait qu'il avait été toujours stable à 1 en 2017 et varie de temps en temps entre 1 et 0,99 en 2018 nous emmène à s'interroger s'il y a une surcompensation de l'énergie réactive.

➤ Les Batteries de condensateurs :

Le transport de la puissance réactive par les lignes électriques cause des pertes, une diminution de la stabilité du réseau et une chute de tension à son extrémité. Afin d'éviter cela, la **compensation de puissance réactive**, série ou shunt selon les cas, est utilisée pour limiter ce transport de puissance réactive. Différents appareils électriques peuvent servir à réaliser cette compensation : machines synchrones, **batteries de condensateurs** et inductance.

🔌 Les Batteries de condensateurs au sein de la SIOF :

Au niveau du TGBT {Tableau General Basse Tension} de la société, on trouve toute une armoire réservée aux Batteries de condensateur comme l'illustre la photo suivante :



Figure 12: Armoire des batteries de condensateurs au niveau du TGBT

Cette armoire est sous forme d'un ensemble de gradins de puissance total 430 kVa, chacun de ces derniers possède une puissance comme le montre le tableau suivant :

1^{er} gradin	2^{ème} gradin	3^{ème} gradin	4^{ème} gradin	5^{ème} gradin	6^{ème} gradin	7^{ème} gradin	8^{ème} gradin
58 Kvar	58 kVAR	50 kVAR	60 kVAR	62 kVAR	62 kVAR	40 kVAR	40 kVAR

Tableau 8: Les puissances des gradins de l'armoire des Batteries de Condensateurs.

3.4 Conclusion

L'étude que nous avons réalisé dans ce chapitre nous a permis d'avoir une idée sur la situation énergétique de la SIOF. L'analyse des différents aspects de consommation énergétique nous a permis de déduire en premier lieu que la consommation de l'énergie électrique est mal répartie du fait qu'on consomme, a peu près de 50 % de l'énergie dans les heures normales et 25 % dans les heures de pointe et creuses chacune, sachant que le coût des heures de pointe est cher de celui des heures creuses. Deuxièmement la puissance souscrite est mal dimensionnée, et enfin le doute de l'existence du phénomène de surcompensation de l'énergie réactive.

4 Chapitre IV : Plan d'actions d'Optimisation de consommation d'énergie

Selon les résultats de la phase précédente, et afin d'optimiser la consommation d'énergie électrique, nous proposons dans ce chapitre les actions à mener sur les procédés, les utilités et les équipements.

Nous adopterons donc deux types d'optimisation :

✚ **Optimisation par changement de comportement du personnel.**

✚ **Optimisation électrique.**

4.1 Optimisation par changement de comportement du personnel :

■ Description :

La formation du personnel exploitant des équipements énergétiques, est considéré comme un facteur déterminant dans le sujet d'économie d'énergie, en effet comme cité précédemment dans la partie diagnostique ; la mauvaise gestion de tranches horaires. Par exemple pour les équipements informatiques (ordinateur, imprimante, photocopieuse) ; la plupart des membres du personnel laissent des charges, continuant à consommer de l'énergie électrique même en dehors des horaires de fonctionnement.

Alors nous recommandons d'organiser des formations en matière d'efficacité énergétique, en deux volets :

4.1.1 La sensibilisation en bonnes pratique d'économie d'énergie :

On envisage pour cette première action de réaliser des affiches et des dépliants contenant des bons gestes en économie d'énergie, à afficher à des endroits où les personnes ont l'habitude de s'arrêter (Tableau d'affichage, couloir, bureau, sanitaire, à côté de tout équipement énergivore...), ces affichettes ou les dépliants portent sur le thème suivant :

- Simple geste d'économie d'éclairage.
- Bonne pratique efficace en énergie de chauffage et de climatisation
- Bonne pratique d'utilisation de bureautique.

4.1.2 Formation Technique pour le personnel responsable de la Société :

Nous recommandons pour ce deuxième volet de formation d'organiser des séances de formations pour le personnel technique en matière d'efficacité énergétique qui va permettre aux personnels de :

- D'intégrer cette matière d'économie d'énergie à chaque nouvel achat d'équipement (ordinateurs, imprimante, autoclave, ...).
- De donner plus d'importance à l'efficacité énergétique dans la maintenance des équipements techniques,
- Suivre et réalisation des économies budgétaires (puissance souscrite),
- Gestion d'utilisation de l'énergie électrique.

■ Gains escomptés :

Le gain pour cette action est difficile à chiffrer mais d'après des études réelles déjà réalisées, on peut estimer une économie de 5%, Alors pour une économie minimale de 2% nous avons un gain de soit **6800KWh/an, soit 7888DH/an.**

■ Investissement :

L'investissement est relatif à la conception et d'imprimerie des affiches et des dépliants de bonnes pratiques en efficacité énergétique, plus de la prise en charge des formateurs en efficacité énergétique.

L'investissement total est estimé à 18 000DH.

■ Critères de rentabilité :

Le temps de retour est de 9 mois.

4.2 Optimisation électrique :

4.2.1 L'optimisation de la puissance souscrite :

■ Description :

En se basant sur les résultats obtenus durant l'étude de la puissance souscrite et la puissance appelée, où on a déduit que la puissance souscrite est mal dimensionnée.

Nous cherchons actuellement à déterminer la valeur optimale de la puissance souscrite pour laquelle la redevance totale de puissance pourra être minimale.

Le tableau suivant regroupe les redevances mensuelles de puissance en DH en fonction des différentes puissances souscrites :

Puiss.Souscrite en KVA	Total des redevances en DHS
700,00	385179,61
750,00	374157,81
800,00	369652,98
850,00	382219,50
900,00	404676,00

Tableau 9: Evolution des redevances en fonction de la puissance souscrite durant l'année 2018.

Ci- après le graphe du total de redevances en fonction de la puissance souscrite :

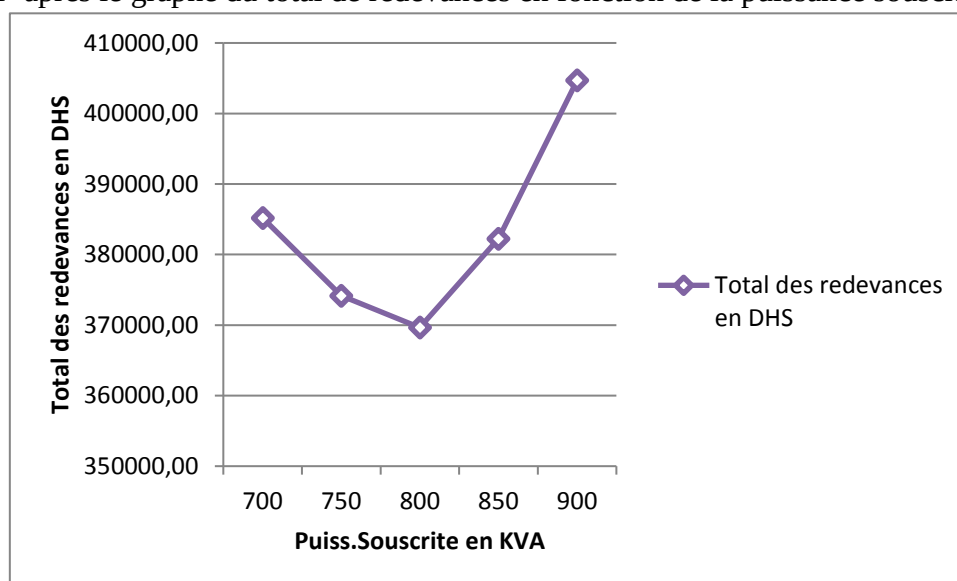


Figure 13: Graphe d'Evolution des redevances en fonction de la puissance souscrite durant l'année 2018

■ Gains escomptés :

Selon la figure, la puissance souscrite optimale, qui correspond au minimum de redevances (RPS et RDPS), est 800 KVA. La redéfinition de la puissance souscrite en une valeur de 800 KVA, permet d'économiser une valeur approximative est $382219,50 - 369652,98 = 12566,52$ DH.

■ **Investissement :**

Pas d'investissement, il suffit de négocier avec le fournisseur d'électricité (RADEEF) pour réduire la puissance souscrite à 800 KVA.

■ **Critères de rentabilité :** TRI est immédiat.

4.2.2 Optimisation de la consommation de l'énergie électrique de l'éclairage :

■ **Description :**

Dans le but de garantir un éclairage suffisant et en réduisant la consommation de l'énergie électrique de l'éclairage artificielle de la société, on choisit un matériel {lampe, luminaire,} qui a une meilleure efficacité énergétique.

En fait, on a une véritable diversité de lampes sur le marché. Chacune se différencie par son principe de production de lumière qui influence sa caractéristique principale. On choisira donc une lampe en fonction de ses différentes caractéristiques techniques (l'efficacité lumineuse et la durée de vie moyenne (nombre d'heures d'utilisation)).

Remarque : *En ce qui concerne l'efficacité lumineuse, plus le résultat obtenu est élevé, plus la lampe présente un bon rendement lumineux. C'est à dire qu'elle produit beaucoup de lumière pour une puissance faible, et donc pour une faible consommation énergétique.*

✚ **L'état existant de l'éclairage :**

Local	Type de lampe	Puissance {W}	Nombre	Nbr.h d'utilisation	Wh/an
<i>Conditionnement</i>	<i>Néons</i>	<i>36</i>	<i>260</i>	<i>17</i>	<i>55692</i>
<i>Raffinage</i>	<i>Néons</i>	<i>36</i>	<i>80</i>	<i>24</i>	<i>24192</i>
<i>L'administration</i>	<i>Néons</i>	<i>36</i>	<i>100</i>	<i>10</i>	<i>12600</i>
<i>L'atelier</i>	<i>Néons</i>	<i>36</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>1260</i>
Total			450		93744

Tableau 10: L'état existant de l'éclairage.

 Proposition des nouvelles lampes d'éclairage économiques (LED) :

Local	type de lampe	puissance {W}	nombre	Invesstissement	Nbr.h d'utilisation	WH/an
Conditionnement	LED	22	260	82680	17	34034
Raffinage	LED	22	80	25440	24	14784
l'administration	LED	22	100	31800	10	7700
l'atelier	LED	22	10	3180	10	770
Total			450			57288

Tableau 11: Etude de remplacement des lampes.

-l'économie total de ce projet est de **36456 Wh**.

Sur ceux on a recommandé à la société, de changer tous les tubes de 36 W par des LED de 22W, et remplacer les lampes à incandescence même s'ils sont nombrables par des lampes fluo compactes.

Ce remplacement se fera au fur et à mesure que les anciennes lampes arrivent à leur fin de vie.

Notons que la technologie des lampes à LED fournis les avantages suivants :

- Consommation électrique réduite
- Durée de vie variant entre 15 000 h et 50 000 h.
- Puissance lumineuse équivalent au tube fluorescent
- Technologie complètement intégrée
- Flux lumineux directionnel optimisé
- Ne clignote pas et ne produit ni d'IR ni d'UV
- Luminosité maximale dès la première seconde
- Ne dégage quasiment pas de chaleur
- Ne contient ni des métaux lourds ni gaz.

4.2.3 Gestion des tranches horaires

En se basant sur les résultats obtenus tout au long l'étude de la consommation mensuelle de l'énergie électrique de la SIOF : on a détecté une mauvaise répartition de la consommation par poste horaire :

- Le taux d'exploitation des heures Normales est à peu-près 50% à 60%, et les 50 % restantes est partagée entre les heures creuses et les heures de Pointe.
- Le cout moyen de l'énergie électrique consommée dans les H.P est supérieur de celui des H.C.

Nous proposons de réaliser la majorité des taches de l'unité de conditionnement pendant les heures creuses, vue que cette unité est considérée la plus consommatrice de l'énergie de la société.

4.2.4 Optimisation de la consommation de l'énergie électrique des moteurs :

La plupart des moteurs électriques utilisés dans le monde industriel sont surdimensionnés, et on constate un bon nombre d'entre eux qui sont soumis à une charge variable dans le temps.

Cela signifie, dans la pratique courante, qu'ils fonctionnent généralement loin de leur capacité nominale, donc loin de leur rendement optimal et que leur consommation d'électricité est excessive par rapport aux besoins réels. Pour la réduire, on propose trois solutions :

- ✚ Adapter la vitesse au besoin.
- ✚ Optimiser le rendement.
- ✚ Réaliser des opérations de maintenance.

✚ L'optimisation du rendement :

Le rendement d'un moteur électrique est le ratio de la puissance utile, c'est-à-dire la puissance mécanique {Pm} fournie à l'arbre sur la puissance électrique absorbée {Pa} par le moteur.

Pour choisir un moteur, il est donc important de connaitre précisément la puissance nécessaire afin d'éviter un surdimensionnement ainsi que plusieurs rendements à charge partielle pour différents points de fonctionnement.

Dans tout moteur électrique, une partie de la puissance électrique absorbée est dissipée sous forme de chaleur. Les pertes d'énergie au niveau des moteurs asynchrones donc sont constituées par :

- Des pertes par effet Joule dans les bobinages parcourus par le courant au niveau du stator.
- Des pertes par effet Joule dans l'induit au niveau du rotor.
- Des pertes mécaniques par frottement au niveau du rotor.

Alors pour réaliser des économies d'énergie on a recommandé à la société de faire une étude de rendement de tous les moteurs existants qui sont à peu-près 82 moteurs, et de les changer par de nouveaux moteurs de haut rendement {95% à 99%} au lieu de {75% à 90%}.

4.2.5 Mise en place d'un système de gestion d'énergie électrique :

■ Description :

Un système de gestion de l'énergie nous permet de suivre, contrôler et optimiser la consommation d'énergie électrique.

La mise en place d'un système de gestion consiste à installer des sous compteurs intelligents au niveau des tableaux électriques. Ces compteurs seront connectés à un PC dans lequel sont affichées les informations de consommation en temps réel comme la tension, le courant, les puissances actives et réactives...etc.

Ce système de supervision permettra de donner toutes les analyses et les indications relatives à la consommation électrique, à la qualité de puissance et à tous les éléments de surveillance et de contrôle des incidents ou de dépassement des paramètres électriques.

L'installation des sous compteurs au niveau des tableaux électriques a comme objectifs :

- a. la définition des Ratios de consommation énergétique par poste.
- b. Le suivi et la gestion énergétique en temps réel.
- c. La surveillance de la qualité de puissance en temps réel.
- d. La détection des dysfonctionnements et des incidents électriques et la facilité de la maintenance préventive des équipements.

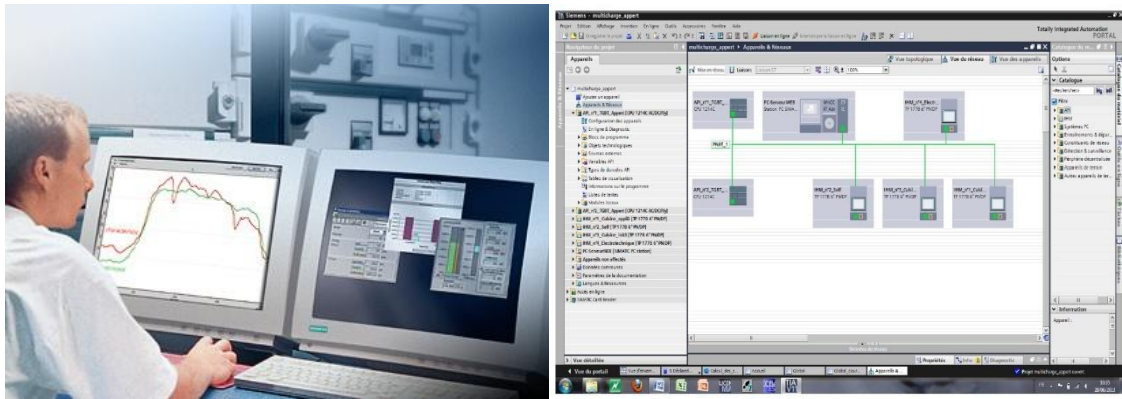


Figure 14: L'image d'un Système de gestion et suivi de consommation électrique

Dans notre cas, 3 sous compteurs électriques devront être installés pour suivre la consommation des services suivants :

- ✓ Raffinage.
- ✓ Conditionnement.
- ✓ Administration.

Un compteur au départ général dans le poste électrique.

Tous ces compteurs devront être munis d'émetteurs d'impulsions de manière à pouvoir collecter toutes les données et les envoyer vers un poste central (salle de contrôle) attitré pour le suivi en continu de tous les paramètres.

■ Gains escomptés

Le gain est relatif à la gestion et au contrôle d'utilisation d'énergie électrique par la société, soit un gain de 5% ou 120 000Dhs/An.

■ Investissement

L'investissement nécessaire est présenté au tableau suivant : Il est de 120 500 Dhs.

Intitulé	Quantité	Prix unitaire en DH	Total en DH
Compteur électrique	3	3 500	10500
Poste d'ordinateur c/a imprimante et disque mémoire	1	20 000	20 000
Logiciel (licence)	1	50 000	50 000
Câblages, et accessoires	1	20 000	20 000
Frais d'installation et de mise en service	1	20 000	20 000
TOTAL			120 500

Tableau 12: l'Étude de l'investissement du projet.

■ Critères de rentabilité

Le temps de retour brut sur investissement est de 2 ans.

4.3 Conclusion:

L'analyse des différents aspects de consommation énergétique et l'étude des factures d'électricité, nous a permis de proposer des actions permettant de réaliser des économies énergétiques importantes. Les actions que nous avons proposé sont les suivantes :

- Sensibilisation du personnel.
- Redimensionnement de la puissance souscrite pour la société de 850 KVA à 800KVA.
- Gestion des tranches horaires.
- Optimisation de la consommation de l'énergie électrique des moteurs.
- Optimisation de la consommation de l'énergie électrique de l'éclairage.
- Mise en place d'un système de gestion d'énergie électrique et thermique.

Conclusion Générale

Face à la hausse du prix de l'énergie et des dépenses énergétiques, la gestion de la consommation énergétique s'avère de plus en plus indispensable pour les entreprises. C'est le cas de la SIOF, qui a mis l'efficacité énergétique au cœur de ses préoccupations. Dans ce cadre, il m'a été proposé de faire une étude sur l'optimisation de la consommation d'énergie électrique de la société. Dans un premier temps, on a analysé les factures d'électricité de la société ce qui nous a permis de détecter les dysfonctionnements de la consommation de l'énergie électrique, chose qui nous a permis de cibler les gisements potentiels d'économie d'énergie. Finalement, un plan d'action d'efficacité énergétique a été proposé.

La liste des figures :

<i>Figure 1: Le Processus du Raffinage.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2:L'organigramme de la société.</i>	<i>9</i>
<i>Figure 3: le schéma électrique de la SIOF</i>	<i>10</i>
<i>Figure 4: Le transformateur de la société.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 5: L'armoire du poste en cellules</i>	<i>11</i>
<i>Figure 6:Le Disjoncteur général au niveau du transformateur.</i>	<i>12</i>
<i>Figure 7:CMEE (kWh) =f (mois) en (2017, 2018,2019)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 8: Taux d'exploitation=f (mois) en (2018).....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 9: CME =f (mois) en (2018).....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 10: Puissance Appelée (KVA) =f (mois) en (2017, 2018,2019).....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 11:Le graphe d'évolution de cos ϕ durant les trois années (2017, 2018 et 2019).....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 12:Armoire des batteries de condensateurs au niveau du TGBT</i>	<i>24</i>
<i>Figure 13: Graphe d'Evolution des redevances en fonction de la puissance souscrite durant l'année 2018.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 14: L'image d'un Système de gestion et suivi de consommation électrique.....</i>	<i>32</i>

La liste des tableaux :

<i>Tableau 1: La fiche d'identité de la SIOF.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2:les puissances des différents équipements et unités.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 3:les puissances des différents équipements et unités.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 4:Les postes Horaires.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 5: Prix d'électricité par tranche horaire</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 6: le taux d'exploitation des postes horaires.....</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 7: Le taux de charge du transformateur.....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 8: Les puissances des gradins de l'armoire des Batteries de Condensateurs.</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 9:Evolution des redevances en fonction de la puissance souscrite durant l'année 2018.</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 10: L'état existant de l'éclairage.</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 11: Etude de remplacement des lampes.</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 12: l'Étude de l'investissement du projet.</i>	<i>33</i>

Bibliographie et Webographie

✓ **Webographie :**

- <http://oeenrcan.gc.ca> {consulté le 24/04/2019 à 10 :30}
- <http://www.radeef.ma> {consulté le 13/05/2019 à 9 :00}
- <http://www.energieplus-lesite.be> {consulté le 18/05/2019 à 11 :00}
- <http://www.audit-energetique.fr> {consulté le 20/05/2019 à 06 :00}
- <http://www.energetique-certificat.be> {consulté le 26/04/2019 à 17 :30}
- <https://www.energuide.be/fr> {consulté le 10/04/2019 à 20 :30}
- <https://www.union-habitat.org> {consulté le 16/04/2019 à 23 :00}
- <https://www.wikipedia.org> {consulté le 27/04/2019 à 12 :00 – 03/06/2019 à 18 :00}

✓ **Bibliographie :**

- Support du cours d'électrotechnique S5 génie électrique.
- Support de la loi marocaine N° 47 – 09.
- Audit et gestion énergie électrique.
- Les factures d'électricité de la SIOF.
- Rapport de stage de fin d'études filière ingénierie en mécatronique
{OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE D'AIC METALLURGIE}

 La consommation Mensuelle d'électricité de la société SIOF en 2017.

Les mois	Heures Normales	Heures Creuses	Heures de Pointe	Total de la Consommation Mensuelle
<i>Janvier</i>	<i>146090</i>	<i>84310</i>	<i>71580</i>	301980
<i>Février</i>	<i>107130</i>	<i>59430</i>	<i>58770</i>	225330
<i>Mars</i>	<i>134400</i>	<i>77830</i>	<i>70060</i>	282290
<i>Avril</i>	<i>140530</i>	<i>65920</i>	<i>56480</i>	262930
<i>Mai</i>	<i>179560</i>	<i>79450</i>	<i>71130</i>	330140
<i>Juin</i>	<i>127280</i>	<i>56770</i>	<i>47150</i>	231200
<i>Juillet</i>	<i>136460</i>	<i>58820</i>	<i>56200</i>	251480
<i>Août</i>	<i>157900</i>	<i>66770</i>	<i>57310</i>	281980
<i>Septembre</i>	<i>112130</i>	<i>50160</i>	<i>44610</i>	206900
<i>Octobre</i>	<i>127800</i>	<i>76740</i>	<i>57150</i>	261690
<i>Novembre</i>	<i>130220</i>	<i>74250</i>	<i>62310</i>	266780
<i>Décembre</i>	<i>127880</i>	<i>72950</i>	<i>63760</i>	264590
<i>Total annuel</i>	1627380	823400	716510	3167290

 La consommation Mensuelle d'électricité de la société SIOF en 2018.

Les mois	Heures Normales	Heures Creuses	Heures de Pointe	Total de la Consommation Mensuelle
Janvier	149990	82910	68750	301650
Février	121890	64710	57100	243700
Mars	161530	86510	70120	318160
Avril	146410	65930	52740	265080
Mai	168770	75380	64010	308160
Juin	116060	51050	43840	210950
Juillet	175600	70860	63500	309960
Août	124030	57990	48040	230060
Septembre	166210	71840	65090	303140
Octobre	153650	84330	65360	303340
Novembre	127800	75010	56650	259460
Décembre	155340	90820	59710	305870
Total	1767280	877340	714910	3359530

 La consommation Mensuelle d'électricité de la société SIOF en 2019.

Les mois	Heures Normales	Heures Creuses	Heures de Pointe	Total de la Consommation Mensuelle
Janvier	144410	81460	65590	291460
Février	114330	65030	49090	228450
Mars	163160	94140	65240	322540

 Les puissances appelées en {2017-2018 et 2019}.

<i>Les mois</i>	<i>Pa en 2017</i>	<i>Pa en 2018</i>	<i>Pa en 2019</i>	<i>Ps</i>
<i>Janvier</i>	770,70	811,40	808,98	850,00
<i>Février</i>	693,30	784,60	788,88	850,00
<i>Mars</i>	745,00	784,10	833,16	850,00
<i>Avril</i>	747,50	810,50		850,00
<i>Mai</i>	846,06	819,60		850,00
<i>Juin</i>	786,50	746,10		850,00
<i>Juillet</i>	743,40	847,58		850,00
<i>Août</i>	751,80	831,60		850,00
<i>Septembre</i>	750,90	765,45		850,00
<i>Octobre</i>	811,90	796,00		850,00
<i>Novembre</i>	757,10	817,40		850,00
<i>Décembre</i>	755,00	838,79		850,00

 L'évolution de $\cos(\phi)$ durant les trois années.

<i>Les mois</i>	<i>L'année 2017</i>	<i>L'année 2018</i>	<i>L'année 2019</i>
<i>Janvier</i>	1,00	1,00	0,98
<i>Février</i>	1,00	1,00	0,98
<i>Mars</i>	1,00	1,00	0,98
<i>Avril</i>	1,00	1,00	
<i>Mai</i>	0,99	1,00	
<i>Juin</i>	1,00	1,00	
<i>Juillet</i>	1,00	0,99	
<i>Août</i>	1,00	1,00	
<i>Septembre</i>	1,00	0,99	
<i>Octobre</i>	1,00	1,00	
<i>Novembre</i>	1,00	1,00	
<i>Décembre</i>	1,00	0,99	

 L'Ampermetrage des diff disjoncteur.

***Le premier tableau de TGBT :**

<i>les nums</i>	<i>les differents disjoncteurs</i>	<i>Ampermetrage</i>	<i>type de couplage</i>	<i>Pour</i>
1	Compact Disj	160	triphasé	compresseur SBO2
2	Compact Disj	250	triphasé + Neutre	vide
3	Compact Disj	250	triphasé + Neutre	l'administration + Atelier
4	Compact Disj	250	triphasé + Neutre	convoyeurs NST
5	Compact Disj	400	triphasé + Neutre	convoyeurs SBO8
6	Compact Disj	800	triphasé + Neutre	Raffinage + chaudiere
7	Compact Disj	400	triphasé + Neutre	conditionnement
8	Compact Disj	400	triphasé + Neutre	vide
9	Compact Disj	400	triphasé	compresseur SBO8

***Le deuxième tableau de TGBT :**

<i>les nums</i>	<i>les disjoncteurs</i>	<i>Ampermetrage</i>	<i>type de couplage</i>	<i>Pour</i>
1	dis	100	triphasé + Neutre	éclairage
2	dis	100	triphasé + Neutre	INOX pompe a palette
3	dis	250	triphasé + Neutre	GA45-7 bar (compresseur)
4	dis	25	triphasé + Neutre	éclairage
5	dis	4*25	triphasé + Neutre	éclairage
6	dis	16	220 V	Pompe a eau SBO2
7	dis	2*25	220 V	pompe a eau puie
8	dis	4*40	triphasé + Neutre	pompes INOX
9	dis	4*63	triphasé + Neutre	INOX
10	dis	4*250	triphasé + Neutre	SIDEL SBO2
11	dis	4*630	triphasé + Neutre	service plastique
12	dis	4*250	triphasé + Neutre	GA37-7 bar (compresseur)

 Le taux d'exploitation des heures .

<i>Taux d'exploitation</i>			
Les mois	H. Normales	H. Creuses	H.de Pointes
Janvier	49,72 %	27,49 %	22,79 %
Février	50,02 %	26,55 %	23,43 %
Mars	50,77 %	27,19 %	22,04 %
Avril	55,23 %	24,87 %	19,90 %
Mai	54,77 %	24,46 %	20,77 %
Juin	55,02 %	24,20 %	20,78 %
Juillet	56,65 %	22,86 %	20,49 %
Août	53,91 %	25,21 %	20,88 %
Septembre	54,83 %	23,70 %	21,47 %
Octobre	50,65 %	27,80 %	21,55 %
Novembre	49,26 %	28,91 %	21,83 %
Décembre	50,79 %	29,69 %	19,52 %