

Je tiens à remercier ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la foi et de m'avoir permis d'en arrivé la.

Je remercie mes très chère parent qui ont toujours été la pour moi « vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné une magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fière »

Je tiens à exprimer mes profondes remerciement a mon encadreur NAIMI Djemai pour son encadrement, sa grande disponibilité, sa confiance et pour le soutien qu'il a su m'accorder durant cette année, ses compétences scientifique on toujours été sources d'enrichissement me permettant de mener a bien ce travail, merci pour tous vos conseil et votre patience.

Je tiens à exprimer ma gratitude aux membres de jury « DR. ROUINA Abdelhafid » et « DR. SAADI Ramzi » d'accepter de juger ce modeste travail.

Je tiens a remercier vivement mon maitre de stage NANI Youcef responsable de service électrique au sein de la briqueterie Amouri pour son accueil , le temps passe ensemble et le partage de son expertise au quotidien , grâce aussi a sa confiance j'ai m'accomplir totalement dans missions il fut d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.

Je remercie également tout l'équipe de SONELGAZ surtout service commercial BISKRA pour leur accueil, leur esprit d'équipe et en particulièrement Mrs ABDELRAHIM Fateh qui m'a beaucoup aidé.

J'adresse mes sincères remerciement a tous les enseignants, qui tout au long de mon cycle d'étude, m'ont transmis leur savoir.

Je voudrais aussi présenter mes remerciements à ma famille à mes amies et a tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.

A tous ces intervenants, je présente mes remerciements mon respect et ma gratitude

Figure 01-01	: DESCRIPTION GRAPHIQUE DU PROCESSUS.....	5
Figure 01-02	:Broyage	6
Figure 01-03	:Constitution du broyage.....	7
Figure 01-04	:Broyage initial	8
Figure 01-05	:Bascule.....	8
Figure 01-06	:Désintégration	9
Figure 01-07	:Malaxeur	10
Figure 01-08	:Pousseur	10
Figure 01-09	:Gâcheuse extuseur	11
Figure 01-10	:Extuseuse	12
Figure 01-11	:Sectionneur multi-fil	12
Figure 01-12	:Chargeur chariot séchoir.....	13
Figure 01-13	:Chariot séchoir.....	14
Figure 01-14	:Séchoir	15
Figure 01-15	:Machine d'empilage	16
Figure 01-16	:Tapis	16
Figure 01-17	:Stockage	17
Figure 01-18	:Four	17
Figure 01-19	: Zone de bruleur four	19
Figure 01-20	:Sortie four	20
Figure 01-21	:Superviseur	20
Figure 01-22	:Dépilage	21
Figure 01-23	:Produit final	21
Figure 01-24	:Dimension de l'usine	24
Figure 01-25	:Plan architecturale de l'usine.....	25
Figure 02-01	:Composition vectorielle des puissances	27
Figure 02-02	:Association en parallèle d'éléments Résistif, inductif et capacitif.....	28
Figure 02-03	:Diagramme traduisant l'échange d'énergie et montrant l'intérêt de la compensation	30
Figure 02-04	:Principe de compensation Shunts	31
Figure 02-05	:Courbe de puissance avec et sans compensation shunt en fonction de l'angle de transmission	31
Figure 02-06	:Principe de la compensation série	32
Figure 02-07	:Principe de compensation par déphasage	32
Figure 02-08	:Compensation par déphasage pour $\alpha=\pi/6$.....	33
Figure 02-09	:condensateurs synchrone	34
Figure 02-10	:Bancs Condensateurs	35
Figure 02-11	:Compensateurs statiques de puissance réactive	36

Figure 02-12	:Schéma de principe d'un FACTS	38
Figure 02-13	:Classification des dispositifs de compensation FACTS.....	38
Figure 03-01	:Plan de comptage	52
Figure 03-02	:Compteur classique électromécanique.....	53
Figure 03-03	:Compteur électronique.....	54
Figure 03-04	:Analyse de la facture MT.....	55
Figure 04-01	:Cellule de protection et de comptage	59
Figure 04-02	: TGBT.....	60
Figure 04-03	: Transformateur.....	60
Figure 04-04	:Armoire Secondaire	61
Figure 04-05	:Groupes électrogènes	62
Figure 04-06	:L'interface du SATURNE.....	63
Figure 04-07	: Puissance active importe pendant 5 mois	64
Figure 04-08	: Puissance active pendant une journée	65
Figure 04-09	: Puissance réactive importé pendant deux mois.....	66
Figure 04-10	: Puissance réactive importé pendant une journée	67
Figure 04-11	: Simulateur.....	68
Figure 04-12	: Histogramme de la comparaison entre les tarifs.....	69
Figure 04-13	: La consommation	69
Figure 04-14	: Comparaison PMA PMD.....	70
Figure 04-15	: Comparaison entre Q et 50 P	70
Figure 04-16	: Point de vue de consommations.....	71
Figure 04-17	: Fluke power quality analyzers	72
Figure 04-18	: TC TOR.....	72
Figure 04-19	: Mesure des grandeurs électriques.....	72
Figure 04-20	:Fréquence	73
Figure 04-21	:Puissance active total.....	73
Figure 04-22	:Puissance Reactive Total.....	74
Figure 04-23	: Facteur de puissance Total.....	74
Figure 04-24	:L'effet des batteries de compensation	75

Tableau 02-01 : La puissance active et réactive absorbées par la résistance, inductance et capacité.....	28
Tableau 02-02 : Comparaison entre les moyens de compensation.....	36
Tableau 02-03 : Les applications des FACTS	39
Tableau 03-01 : Les différents types de tarifs	47
Tableau 03-02 : Les différents Tarifs.....	48

S : Puissance apparente
I: courant
P : Puissance active
KW : Kilo Watt
V : Tension simple
W : Pulsation
I_{eff} : Courant efficace
R :Résistance
HZ :Hertz
V_G : Tension du jeu de barre de générateur
F : Facteur de puissance
V_s :Tension de source
P_{Max} : Puissance active maximale
U :Tension composé
KVA : Kilo Volt Ampère
Q : Angle de charge
V_{eff}:Tension efficace
V_M : Tension au milieu de réseaux
V_r : Tension de récepteur
X : Réactance
X_L : Réactance linéique
Q_C :Puissance réactive de condensateur
Q_L : Puissance réactive de l'inductance
SVC : Static Var Compensateur
TCSC : Thyristor controlled serie capacitor
FACTS :flexible alternative corrent transmission system
KWH :Kilo Watt Heure
IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers
STATCOM :Static Synchro Compensateur
MT :Moyen tension
DAME :Demande d'alimentation en énergie électrique
SET :Service Etude et travaux
PMD :Puissance Mise à disposition
R : montant mensuel de la facture (DA/mois)
a : Redevance fixe (DA/mois)
P_c : Puissance mise à disposition du client et qu'il peut appeler suivant ses besoins elle est exprimée en KW
P_a : puissance maximale absorbée en cours de la période de facturation mesurée par un appareil indicateur de maximum avec remise zéro à chaque relève.Elle est exprimée en KW.

C,d : Prix de facturation de la puissance mise à disposition et de la puissance maximale absorbée(DA/Kw/mois)
E : énergie consommée au cours du mois (KWH/Mois)
E_h : énergie consommée au cours du mois dans le poste horaire h($E = \sum E_h$)
eh :prix de l'énergie par poste horaire (c DA /KWH)
W : énergie réactive consommée au cours du mois (KVAR/mois)
g : Prix de l'énergie réactive (c DA/KVARH)
r : concerne la facturation de l'énergie réactive : valeur du rapport $tg\varphi = W/E$ au-delà duquel il y a majoration et en deçà bonification On prend $r =$ ce qui correspond à un $\cos \varphi$ de 0.894
TC :Transformateurs Courant
PV :procès verbale
QMT : quittance de moyenne tension
BT :Basse tension
RCN : Raccordement clientèle nouvelle
PMA : Puissance maximale absorbé
KW : Kilo Watt
TP : Transformateur de puissance
TGBT : Tableau Général Basse Tension.
S\ Etat : Soutien d'état
HABIT : Habilitation
TVA : Taxe a la valeur ajoutée
I_n : courant nominale
Mm : millimètre
C : Celsius
T_n : Tonne
KG : Kilogramme
DGDHT :D'compte,générale,définitif, Hors taxe
SZT : Sarl Ziban Travaux

المخلص

الهدف الأساسي لهاته الدراسة هو التقليل من تكلفة الكهرباء لمصنع الأجر - عموري -، مع تحليل فاتورة الكهرباء وجد زيادة في قيمة P.M.D لهذا عدة حلول اقترحت ودرست في سونلغاز لضمان نوعية جيدة للطاقة الكهربائية. للقيام بهاته الدراسة أجريت برص في سونلغاز وأخر فيمصنع الأجر حيث تم استغلال العديد من البرامج SATURNE، MATLAB وExcel .

الكلمات المفتاحية: تكلفة الكهرباء، فاتورة الكهرباء، استطاعة غير فعالة، مصنع الأجر- عموري -، كمية الطاقة.

Résumé

L'objectif principal de cette étude est de réduire le cout de l'électricité pour la briqueterie Amouri avec un diagnostic des factures de l'électricité .On révèle des défaillances concernant le choix inutile de la P.M.D et des majorations importantes de la puissance réactive. Plusieurs solutions ont été proposées et étudiées économisant des sommes importantes à la SONELGAZ et assurant une bonne qualité d'énergie électrique. Pour mener cette étude, deux stages ont été réalisés au niveau de la SONELGAZ et la briqueterie où plusieurs logiciels ont été exploités (SATURNE , MATLAB, Excel).

Mots clés : Coût de l'électricité, facture d'électricité, puissance réactive, briqueterie Amouri, quantité de l'énergie.

Remerciement.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des tableaux.....	IV
Liste des symboles et abréviations.....	V
Rusumé.....	VII
Sommaire	VIII
Introduction générale.....	2
Chapitre 01 : Conception de l'usine	
Introduction	4
1.1. Les étapes de la fabrication	4
1.1.1. Stockage de matière première	4
1.1.2. Broyage	4
1.1.3. Gâchage et vidage	4
1.1.4. Moulage	4
1.1.5. Séchage	4
1.1.6. <i>Cuisson</i>	4
1.2. Description du procédé productif et général de zones.....	5
1.2.1. Réception de la matière première.....	5
1.2.2. Broyage gros	6
1.2.3. Stockage de la matière première	7
1.2.4. Broyage fin.....	8
1.2.5. Gâchage.....	10
1.2.6. Extrusion	11
1.2.7. Etape de séchage	14
1.2.8. Etape de cuisson.....	16
1.2.9. Palettisation et plastification	21
1.3. Détail de production par zones	22
1.4. Paramètres de qualité assurés	22
1.5. Données de production et consommation.....	23
1.6. L'architecture et les dimensions de l'usine de fabrication.....	23
Conclusion.....	25
Chapitre 02 : Compensation de l'énergie réactive	
Introduction	27
2.1. La puissance réactive.....	27
2.1.1. Sens physique de la puissance réactive.....	28
2.2. Le facteur de puissance.....	29
2.3. Le rôle de la puissance réactive dans un réseau	29

2.4. La problématique de l'énergie réactive en milieu industriel	29
2.5. La compensation	30
2.5.1. Principe de la compensation shunts	31
2.5.2. Principe de la compensation séries	32
2.5.3. Principe de la compensation par déphasage.....	32
2.6. Choix de la localisation	33
2.7. Moyens de compensation de la puissance réactive	34
2.7.1. Compensateurs synchrones	34
2.7.2 Bancs de condensateurs	34
2.7.3 Compensateurs statiques de puissance réactive	35
2.8. Les avantages de la compensation.....	36
2.8.1. Les avantages économiques	36
2.8.2. Les avantages techniques	36
2.9. Les systèmes de transmission flexibles en courant.....	36
2.9.1. Définition de Système FACTS	37
2.9.2 Les rôles des FACTS	37
2.9.3 Les différents types des systèmes FACTS	38
2.9.4. Les applications principales des FACTS	39
Conclusion.....	39
Chapitre 03 : Comptage et facturation.	
Introduction	40
3.1. Procédure de la convention (client- SONELGAZ).....	40
3.2. La tarification	46
3.2.1. Système tarifaire d'électricité	46
3.2.2. Caractéristique	46
3.2.3. Période tarifaire.....	46
3.2.4 Présentation des tarifs	47
3.2.5. Courbe de charge quotidienne.....	49
3.3 Comptage de l'énergie électrique	50
3.3.1. Définition	50
3.3.2. L'intérêt du comptage de l'énergie dans une entreprise	50
3.3.3. Le plan de comptage	51
3.3.4. Les appareils de mesure électrique	52
3.3.5.Type de comptage	54
3.4. FacturationMT	54

3.4.1. Analyse de facture (MT) :	54
Conclusion.....	57
Chapitre 04 : Résultats et interprétations	
Introduction	59
4.1.Description de l'alimentation électrique de l'usine	59
4.2.Evolution de la consommation d'énergies.....	62
4.2.1. Puissance active importé	64
4.3.Choix des tarifs	68
4.4.Répartition de la consommation d'énergie	69
4.5.Adaptation de la PMD	70
4.6.Amélioration de $\cos \varphi$ par compensation	70
4.6.1. Majoration de la puissance réactive	70
4.6.2. Matériels utilisé	71
4.6.3. Stratégie de travail.....	72
4.7.Réduire les consommations des équipements	76
4.8.Réduire les consommations pendant les plages tarifaires aux coûts de l'énergie élevée	76
4.9.Amélioration par variateurs de la vitesse	77
Conclusion.....	77
Conclusion générale	79
Annexe	83

Introduction générale

La cliente de l'électricité devient de jour en jour une charge accablante. Pour n'importe quel projet industriel, outre la baisse du prix du pétrole, plusieurs facteurs ont contribué à l'augmentation du Kilowattheure en Algérie.

Pour faire face à cette situation, les industriels tentent par tous les moyens de réduire leurs facteurs de l'électricité.

Dans cette optique, notre travail de recherche essaye de résoudre ce problème en analysant et proposant des solutions pour la rationalisation de la facturation de l'électricité au niveau de la briqueterie « Amouri » wilaya de Biskra.

Pour aborder ce thème, nous allons procéder au diagnostic du problème en suivant une certaine méthodologie adéquate à ce type de problème en se basant sur un logiciel comme Saturn - Excel.

Afin de mieux étudier ce thème, ce mémoire est scindé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la conception générale pour l'usine en décrivant les éléments constituant la chaîne de production et tous les services de l'usine
- Par contre le second chapitre présente un survol de la puissance réactive et en montrons ces avantages et leur moyen de compensation
- Quand on a le troisième chapitre on a étudié l'analyse de la facture, le moyen de tension et la comparaison entre les tarifs et leurs prix pour le but de réaliser l'économie énergétique
- Le dernier chapitre on a fait une étude réelle pour la consommation de l'usine et proposé des solutions efficaces pour assurer un bon fonctionnement et la diminution de la facture d'électricité et éviter les pertes économiques

Enfin ce mémoire est clôturé par une conclusion

Introduction

Le procédé de fabrication de matériel céramique dans l'usine installée se compose d'une série d'étapes fondamentales pour l'obtention d'un produit de qualité que satisfont aussi bien les propres attentes, comme celles des clients, en assurant la qualité.

1.1. Les étapes de la fabrication

1.1.1. Stockage de matière première

L'argile vient des carrières, une fois traitée dans un broyeur, elle est stockée dans le parc des matières premières ou pourrissoir, où se réalise une première homogénéisation et mélange des argiles, en fonction du type de produit à fabriquer.

1.1.2. Broyage

Dans cette étape il se réalise une seconde préparation du mélange d'argiles, où l'on recherche une plus grande division de la matière première et homogénéisation pour faciliter la phase de moulage. A cette étape les principales machines utilisées sont : lamineurs, brosseur et gâcheur.

1.1.3. Gâchage et vidage

L'étape d'humidification et gâchage a pour but l'ajout d'eau à l'argile pour obtenir la plasticité suffisante pour l'extrusion. C'est une opération clef car elle conditionne les opérations de séchage et cuisson.

1.1.4. Moulage

A cette étape, l'argile est extrudée et moulée de façon concrète. Pendant cette étape, durant le gâchage, il se complète l'ajout d'eau et de vapeur d'eau pour obtenir le degré de plasticité nécessaire.

1.1.5. Séchage

C'est une étape des plus fondamentales du procédé, qui consiste à éliminer l'eau présente dans la pièce céramique moulée.

1.1.6. Cuisson

C'est l'étape plus importante et délicate du procédé, où l'on donne à la pièce céramique les propriétés souhaitées.



Figure 01-01 : DESCRIPTION GRAPHIQUE DU PROCESSUS

1.2. Description du procédé productif et général de zones

A continuation on décrit de façons détaillé le procédé de fabrication de matériel céramique correspondant à la ligne existante actuellement dans l'usine installée.

1.2.1. Réception de la matière première

La matière première utilisée dans le procédé de fabrication de briques est l'argile. Dans l'usine installée, l'argile s'extrait de la carrière avec une pelleteuse, et est acheminée jusqu'au parc de stockage des argiles par deux camions de 28 tns.

La qualité d'un produit céramique dépend en grandes mesures du degré de préparation de la matière première utilisée dans son élaboration.

Le procédé de préparation de la pâte céramique peu se diviser en deux phase complémentaires :

- Une préparation indirecte, antérieure à l'entrée de la matière première dans l'usine, qui consiste dans un broyage, vieillissement et homogénéisation de la matière première.
- Une préparation directe, dans l'usine, qui consiste en un broyage et gâchage de la matière première.

1.2.2. Broyage gros

L'argile qui arrive du parc de stockage, le fait en bloque de jusqu'à 5 mètres cube d'où la nécessité du passage par le broyeur, avant le stockage dans la propre carrière. Le broyeur prend l'argile dans d'une trémie où déchargent directement les camions.



Figure 01-02 : Broyage

Dans ce broyeur, la matière première se réduit à des éléments inférieurs a 5 cm, homogénéisant ainsi sa taille et assurant un approvisionnement à l'usine de matière première avec des caractéristiques constante de plasticité et de degré d'humidité.

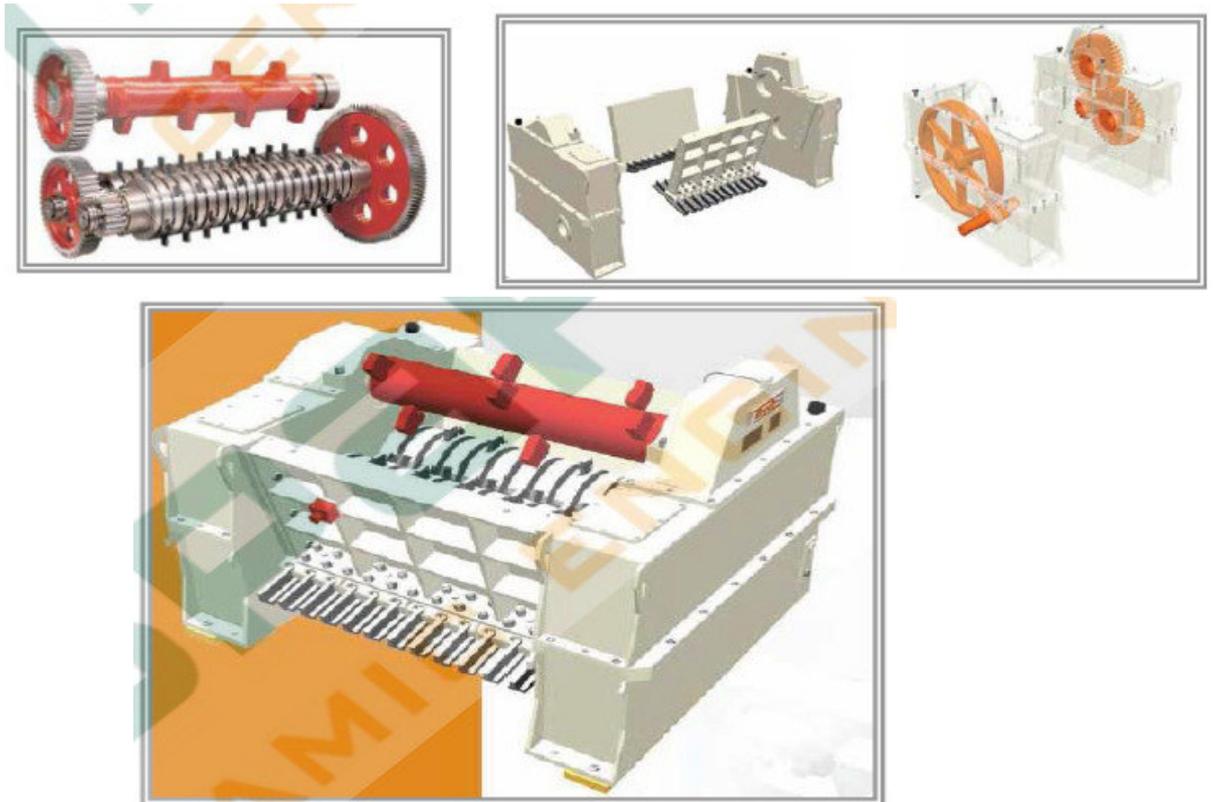


Figure 01-03 : Constitution du broyage

Cette homogénéisation permet un développement correct du procédé de fabrication, évitant ainsi une majeure consommation énergétique prolongeant de cette façon la durée de vie des machines. L'argile, en morceaux, passe à un transporteur jusqu'au parc de stockage où elle sera accumulée.

1.2.3. Stockage de la matière première

L'argile broyée tombe dans un transporteur qui la décharge dans le parc de stockage. A l'extrémité du transporteur se trouve un asperseur, avec lequel on ajoute de l'eau à l'argile (10% environ), évitant ainsi la formation de poussière lorsque le transporteur décharge, et proportionnant l'humidité nécessaire pour le processus.

L'argile se stocke un temps donné pour son vieillissement et maturation, en profitant de l'action physique et mécanique des conditions ambiantes (pluie, gel, soleil, vent...) qui produisent un effritement de la matière première, ainsi comme une fermentation par l'action de micro-organisme (bactérie) dont les sécrétions modifient certaines propriétés physico-chimiques du mélange eau-argile (plasticité).

L'argile se mélange avec du sable, ce qui améliore l'efficacité énergétique du séchage. Le sable se stock également dans le parc.

L'argile stockée se décharge dans les trémies avec une pelleuse. De la même façon, le sable se décharge dans une autre trémie, située à côtés de celle qui contient l'argile.

L'argile peut également se mélanger avec d'autres produits qui existe dans la zone, normalement avec des déchets qui favorisent le processus et économisent de l'énergie, qui se stocke dans une autre trémie d'où elle se dose.



Figure 01-04 : Broyage initial

1.2.4. Broyage fin

L'argile tombe de la trémie de stockage à un transporteur, où elle se mélange avec le sable, transporté de sa trémie par un autre transporteur.

Ensuite, le mélange argile-sable est introduit dans un lamineur. Celui-ci est constitué de deux cylindres, un lisse et un autre avec des lames, qui en tournant à différentes vitesses broie l'argile à une taille inférieure à 8 mm.



Figure 01- 05: Bascule

Des balances de pesée automatique sont situées sous chaque transporteur pour régler la proportion d'argile et de sable dans le mélange qui entre dans le lamineur. On contrôle ainsi la

quantité d'argile qui tombe depuis la trémie de stockage, et la quantité de sable avec lequel elle se mélangera.

En mélangeant l'argile avec le sable, on augmente la perméabilité à cause d'une taille plus grande de grain, ce qui facilite la migration de l'eau pendant le séchage. Le résultat est une diminution du temps utilisé pendant cette étape.

Ensuite le mélange argile-sable passe par transporteur à une raboteuse composée de deux cylindres qui, par écrasement, séparent l'argile en particules inférieure à 5 mm.



Figure 01-06: Désintégration

La pâte de papier sort de la trémie de stockage et s'introduit dans un désintégrateur pour réduire et homogénéiser sa taille. Ensuite elle se mélange avec la préparation argile-sable à la sortie du lamineur. Le dosage se fait par une bascule de pesée située sous le transporteur.

La pâte de papier, en se mélangeant uniformément avec l'argile, permet d'obtenir un temps plus réduit de cuisson et donc moins de consommation de gaz par les brûleurs.

Le mélange d'argile passe ensuite dans une gâcheuse, où l'on rajoute un pourcentage d'eau. Le dosage de la quantité d'eau se fait de forme automatique avec une sonde d'humidité.[CAH 13]

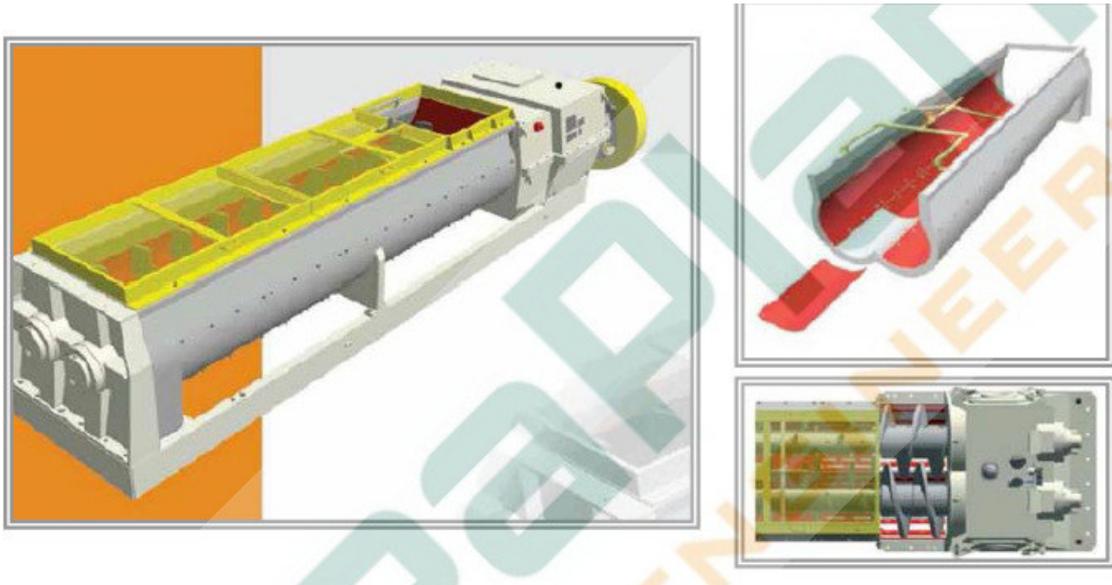


Figure 01-07:Malaxeur

De là, l'argile se stocke dans deux silos qui alimenteront un second lamineur, puis un troisième, qui réduisent la taille des grains d'argile jusqu'à un diamètre compris entre 1,5 et mm.

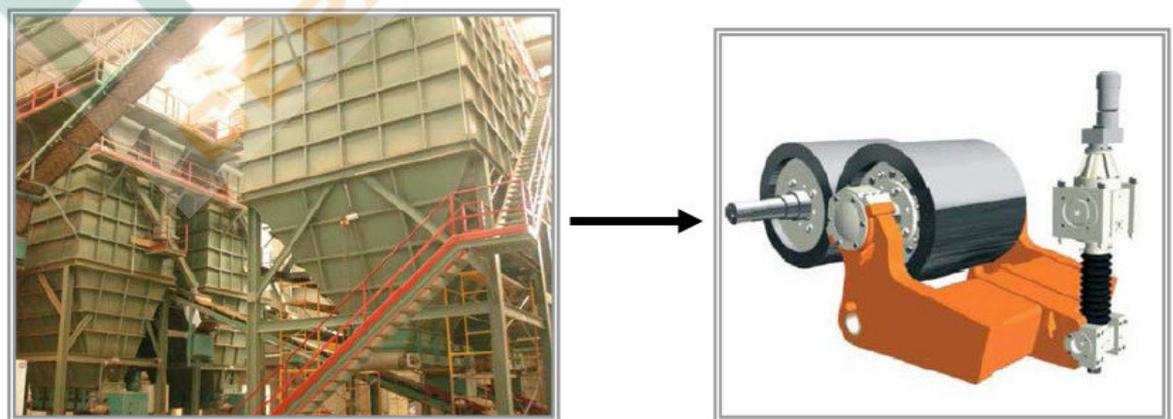


Figure 01-08 :Pousseur

La quantité d'argile introduite dans l'extruseur est réglée automatiquement par des bascules de pesage.[CAH 13]

A la sortie du lamineur, l'argile se transfère sur un transporteur qui alimente la gâcheuse-extrudeuse.

1.2.5. Gâchage

Dans la première partie de la gâcheuse-extrudeuse il est réalisé un gâchage.

L'argile, avec la taille souhaitée, est introduite dans la gâcheuse où l'on ajoutera de l'eau et de la vapeur (plus ou moins 5% en fonction des produits à fabriquer et des conditions ambiantes).

La quantité totale d'eau ajoutée dans la première gâcheuse et dans la gâcheuse du groupe combiné, dépend de l'humidité que possède déjà l'argile de la carrière et des conditions climatiques pendant le stockage dans le parc de matière première. Ainsi en été on ajoute plus d'eau qu'en hivers. L'apport d'humidité peut se faire avec de l'eau ou de la vapeur générée dans la chaudière.[CAH 13]

Il s'agit de donner à l'argile la plasticité suffisante pour qu'elle prenne forme en passant dans le moule sans se casser. On utilise principalement la vapeur, et si nécessaire on ajoute de l'eau. L'ajout de vapeur d'eau pour le gâchage est la meilleure technique disponible car elle produit une économie d'énergie pendant le procédé de séchage.

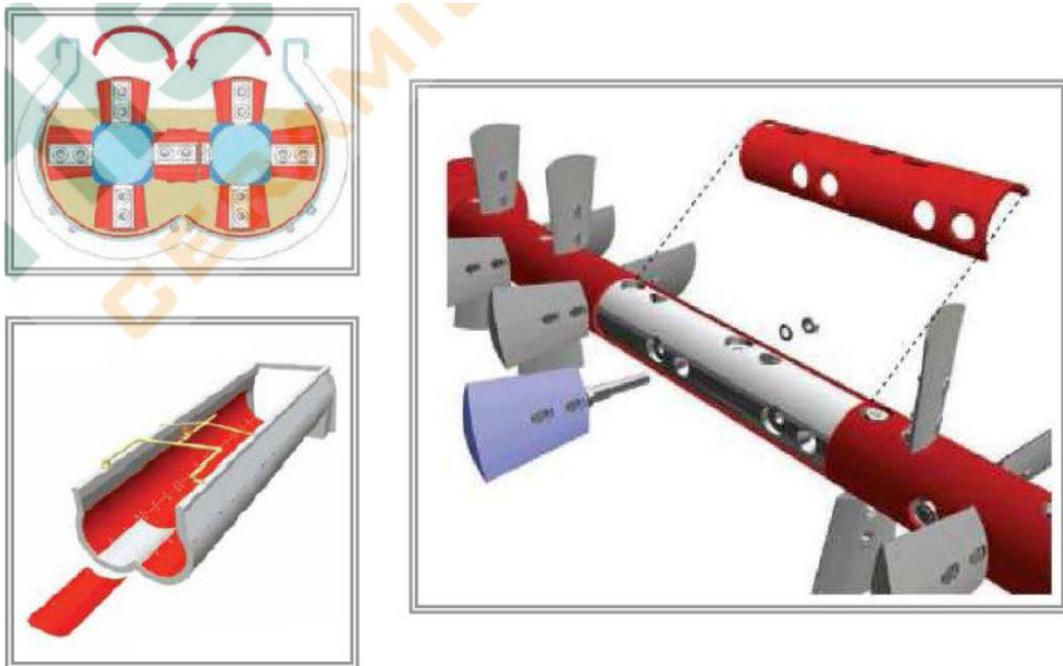


Figure 01-09 : Gacheuse extruseur

1.2.6. Extrusion

Dans la deuxième partie de la gâcheuse-extrudeuse on fait passer le matériel dans l'extrudeuse, où avec une pompe à vide on extrait l'air qui reste dans la pâte et on la pousse contre le moule, obtenant ainsi une barre façonnée avec une forme caractéristique suivant chaque type de produit.[CAH 13]

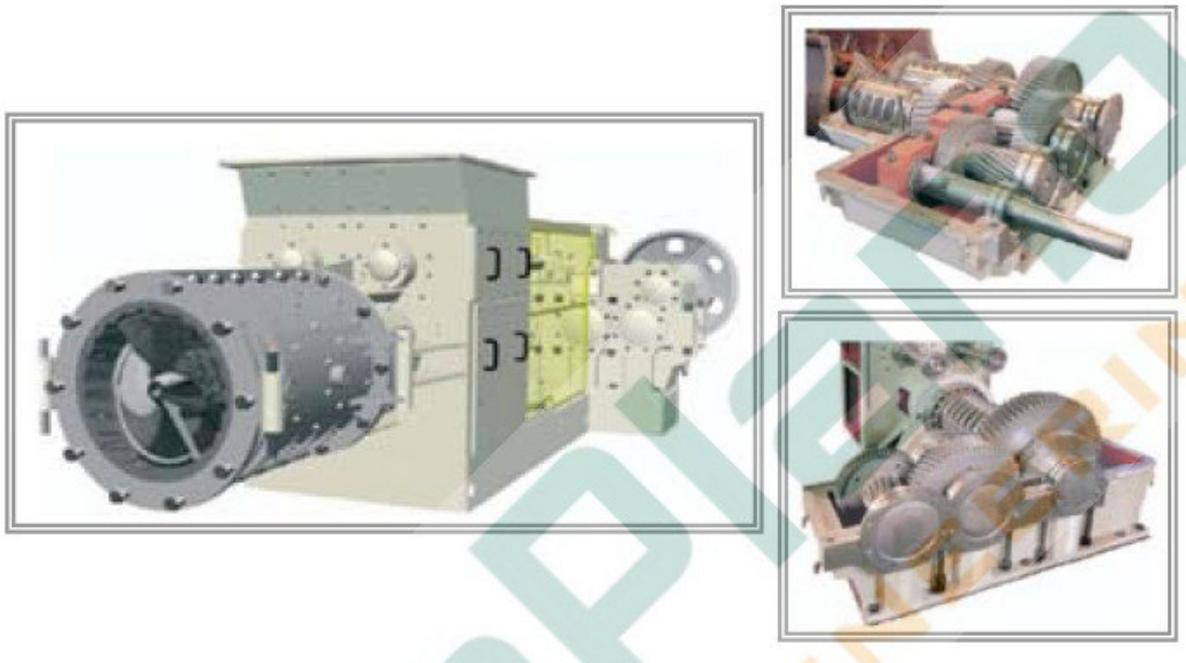


Figure 01-10: Extuseuse

La quantité d'eau et de vapeur d'eau à ajouter sera telle que la pression se maintienne entre 22 et 28 Kg/cm².

La pression d'extrusion doit être la plus élevée possible pour réaliser le mélange d'argile avec la moindre quantité d'eau possible, mais en tenant compte des limitations mécaniques de l'extrudeuse et du moule par où se fait la sortie de l'argile. Des pressions trop élevées peuvent déformer le moule ou donner des problèmes dans les éléments mécaniques de transmission de puissance de la machine. En ce point on contrôle les ampères consommés par le moteur électrique qui actionne l'extrudeuse.

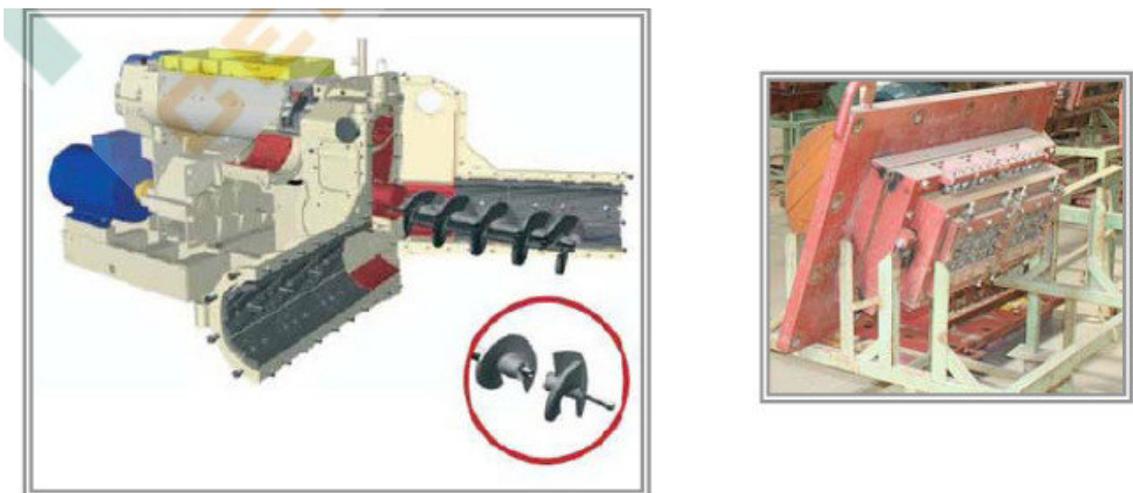


Figure 01-11 : Sectionneur multi-fil

L'eau ajoutée, est absorbée par la superficie des particules d'argile, en formant une couche plus ou moins constante tout autour à cause des forces électrostatiques entre la surface de la particule d'argile et l'eau. Au fur et à mesure qu'augmente le contenu d'eau, il commence à apparaître des molécules libres d'eau entre les particules (eau libre) qui se localisent dans les capillaires. L'attraction capillaire entre ces types d'eau détermine une augmentation de la cohésion ou force d'union entre les particules jusqu'à atteindre une consistance maximum.

Un apport en excès d'eau provoque une augmentation de la section de ces capillaires, diminuant l'attraction capillaire de l'eau liée et libre, ce pouvant constater une baisse de la consistance de la pâte.[CAH 13]

Ce bloque continu qui sort de l'extrudeuse passe par le sectionneur de longueur et par le sectionneur multi-fil, où seront établie les dimensions finales du produit fabriqué en ce moment. Les pièces sont chargées sur des étagères, qui s'introduisent dans le séchoir.



Figure 01-12 : Chargeur chariot séchoir

Les restes de coupe sont retournés à la gâcheuse du groupe combiné par transporteur.

Il existe un transporteur de rebuts pour le matériel non conforme qui sort de l'extrudeuse, et dont les dimensions ne permettent pas être récupéré par le transporteur de reste de coupe. Ce matériel est acheminé à l'extérieure de l'usine dans le parc de matière première, et sera de nouveau introduit dans le broyeur.[CAH 13]

1.2.7. Etape de séchage

Une fois la pièce conformée, elle est introduite dans le séchoir, où l'on cherche à réduire de 5% son contenu d'humidité. Le séchage constitue l'une des étapes la plus importante de procédé céramique. En se séchant une argile plastique des contractions de matériel peuvent apparaître, et de plus si le séchage est très rapide et/ou inégal, la contraction peut provoquer l'apparition de fentes ou de fissures dans le produit.

Le séchage se réalise dans un séchoir semi-continu formé par trois tunnels de séchage. Le cycle de séchage est de 24 heures.

Dans le séchoir, les pièces sont chargées dans des cages métalliques dans une ambiance avec une température basse, de 30°C, et une haute humidité.

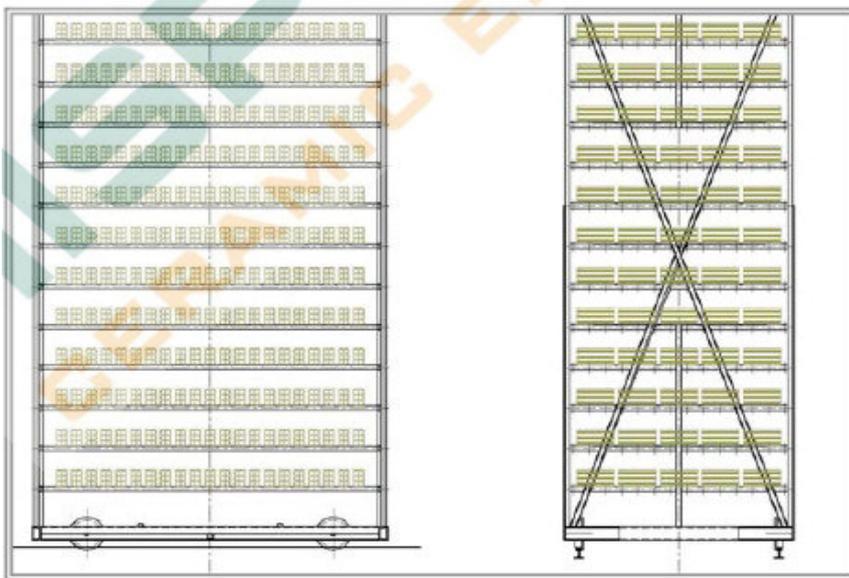


Figure 01-13: Chariot sechoir

En fonction de l'avance des cages, poussées par les dernières arrivées, on trouve une température supérieure et une humidité inférieure (dans les pièces), obtenant une température de 55° en sortie du séchoir.[CAH 13]



Figure 01-14: Séchoir

L'air qui est introduit dans le séchoir doit être suffisamment sec et chaud pour apporter l'énergie, sous forme de chaleur, nécessaire pour que cette eau s'évapore.

L'air chaud pour cette étape provient d'une boîte de mélange où sont introduit l'air chaud provenant du refroidissement des pièces dans le four et l'air ambiant chauffé par des générateurs d'air chaud.

L'air chaud s'extrait du four par l'impulseur du séchoir. Le volume d'air nécessaire pour le séchage se règle de façon automatique dans les ventilateurs de l'impulseur.

Pour le séchage des briques, en plus de l'air récupéré dans le four, un brûleur de gaz naturel a été installé dans chaque tunnel, apportant chacun d'eu 1.500.000 Kcal/h.

Le control de la quantité de chaleur apportée dans le séchoir se réalise par cinq sondes de température situées dans différente zone de celui-ci. On place également aux mêmes endroits des sondes d'humidité. Les valeurs d'entrée et de sortie sont fixées en fonction du type de produit. Par conséquent, les éléments de contrôle dans le séchoir sont :

- Cinq sondes de température en cinq points du séchoir.
- Cinq sondes d'humidité aux mêmes points que celles des températures
- Variateur de fréquence électronique dans le ventilateur de l'impulseur d'extraction de l'air du four.

La plus grande contraction du matériel se produit au début du séchage, et par conséquent est l'étape plus délicate. Lorsque l'on atteint certaine température au début de la phase de séchage, on s'assure qu'à la fin du parcours les pièces seront sèches.

Un séchage défectueux peut donner lieu à l'apparition de tensions dans le matériel ce qui se traduit par l'apparition de défauts, principalement des contractions, fractures et réduction de résistance.[UFB 14]

Les briques sèches passent par la machine d'empilage qui, de façon automatique, décharge les cages du séchoir et forme de paquets sur les wagonnettes pour passer au procédé de cuisson.

Pendant ce processus on réalise une sélection, en rejetant les défectueux.

Le matériel non conforme qui sort du séchoir est acheminé par transporteur jusqu'au parc de stockage de matière première pour reprendre le cycle.

Les briques sèches représentent une petite proportion et n'altèrent donc pas le mélange d'argile.



Figure 01-15 : Machine d'empilage

1.2.8. Etape de cuisson

Les pièces sèches qui viennent du séchoir et chargées sur les wagonnettes, sont introduites dans le pré-four où l'on réduit à peu près 3% le contenu d'humidité. L'air chaud et sec nécessaire vient du refroidissement des pièces dans le four.[UFB 14]



Figure 01-16 : Tapis

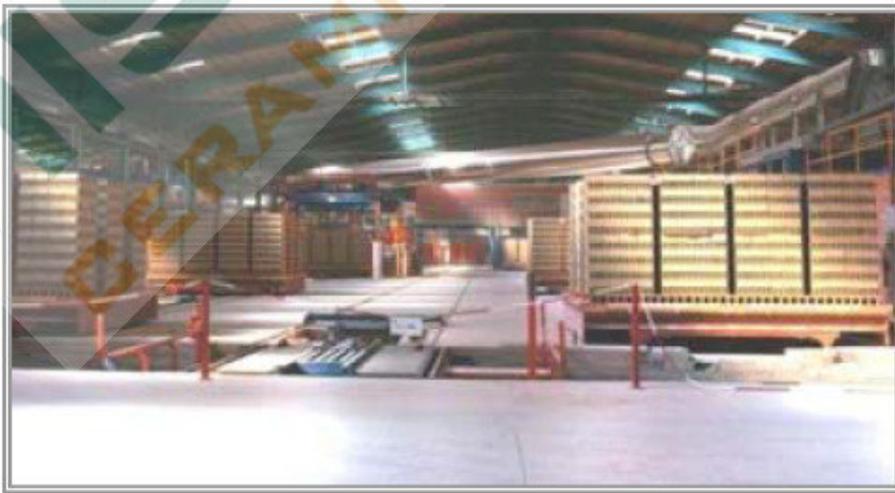


Figure 01-17 : Stockage

Le pré-four est divisé en deux zones séparées par une porte. La première moitié, depuis l'entrée du matériel, où il y a seulement l'air de récupération du four.

Dans la deuxième moitié, l'air chaud et sec nécessaire vient de la récupération du four et d'un brûleur de gaz naturel.

La récupération d'air du four est acheminée jusqu'au pré-four par un conduit, en régulant la quantité d'air extrait par un variateur de fréquence électronique situé sur l'impulseur.

Ensuite, le matériel passe dans le tunnel du four pour le procédé de cuisson.



Figure 01-18:Four

Cette étape est la plus importante et délicate du processus de fabrication de matériel céramique.[UFB 14]

Cette étape donne à la pièce céramique les propriétés souhaitées, de même façon qu'elle évalue si les étapes antérieures ont été correctement réalisées.

Pour atteindre l'optimisation du processus de cuisson et éviter les défauts qui puissent apparaître pendant ou après celui-ci, il est recommandable de connaître les réactions qui ont lieu dans la pièce, et qui se manifestent suivant divers phénomènes :

- Réaction de décomposition : perte de l'eau de cristallisation, décomposition des oxydes, processus d'oxydation et de réduction.
- Réaction de recombinaison : recombinaisons, formation de nouveaux minéraux et de verre.
- Absorption et dégagement de chaleur.
- Echappement de gaz.
- Dilatations et contractions.
- Changement de couleur.
- Changements qui ont lieu durant le refroidissement : recristallisation de nouvelles phases minérales.

Le four est divisé en trois zones, zone de préchauffage, zone de cuisson et zone de refroidissement.

Dans la zone de cuisson le four a cent vingt-cinq brûleurs de gaz naturel, quatre-vingt-cinq sont situés sur la voûte et quarante sont latéraux :

- Sur la voûte il y a deux groupes de dix brûleurs de haute vitesse chacun, à continuation un groupe de dix brûleurs d'impulsions chacun et finalement un groupe de cinq brûleurs d'impulsions.
- Sur chaque latéral il y a un groupe de dix brûleurs, un de quatre et un de six, tous de haute vitesse.

Dans la zone de refroidissement il y a vingt groupes de refroidisseur rapide.



Figure 01-19 : Zone de bruleur four

La perte d'humidité du matériel est de 2%. Le four est la machine la plus importante et sur laquelle se réalise le plus grand control. Le contrôle du four se fait automatiquement, et en fonction du produit à fabriquer on applique les paramètres de contrôle correspondant.

La courbe de température de cuisson du four se contrôle par un automate qui, en fonction des températures enregistrées par les sondes de températures, et des valeurs de consigne, règle les temps et pourcentage d'ouverture de l'injection de gaz dans les divers groupes de bruleurs.

La température de cuisson est de 950°C, avec une capacité de travail jusqu'à 1200°C, et avec une courbe de chauffage préalable et une autre de refroidissement après.

L'air pour la combustion est apporté au travers de 18 ventilateurs qui portent l'air jusqu'aux bruleurs. L'air est impulsé au travers d'un collecteur vers chaque bruleur.

Les ventilateurs qui injectent de l'air dans la zone de refroidissement des briques sont réglés par des servomoteurs automatiques pour maintenir la température de consigne de refroidissement, captée par une sonde de température, à une valeur constante.

Le four a une voute réfrigérante qui introduit de l'air atmosphérique par deux ventilateur et le refroidit. Le réglage de l'air introduit se réalise avec des variateurs de fréquence électroniques.



Figure 01-20 : *Sortie four*

Le ventilateur d'extraction des gaz se règle avec un variateur de fréquence électronique en fonction du type de matériel. De cette façon en changement de produit ou de temps de cuisson il ne se produit pas de variation de pression dans le four. Avec le variateur de fréquence on arrive à avoir le contrôle avec une consommation électrique minimum. Il y a deux ventilateurs d'injection d'air pour diminuer la température dans la tire, qui sont également réglés par des variateurs automatiques de fréquence.[UFB 14]

Il y a également deux ventilateurs pour la recirculation de l'air à l'intérieur du four, réglés aussi par des variateurs de fréquence électroniques.[UFB 14]

De la même façon, le ventilateur de refroidissement sous les wagons est réglé par un variateur de fréquence pour maintenir la température inférieure de ceux-ci.

Avec ce système de contrôle automatisé de pression et de température on obtient une meilleure efficacité énergétique et une meilleure qualité et uniformité des produits céramiques.



Figure 01-21 : *Superviseur*

1.2.9. Palettisation et plastification

Au moyen d'un pont grue, le matériel céramique est dépilé des wagonnettes et déposé sur une ligne qui est automatiquement approvisionnée en palette pour ensuite les cercler et plastifier individuellement.[UFB 14]



Figure 01-22: Dépilage

Pendant le processus de dépilage, une dernière révision manuelle du matériel est faite. Dans l'actualité où nous ne fabriquons que la brique grand format, la quantité de rebut n'arrive pas à 1%. Celui-ci est déposé dans un container qui transporté à l'extérieur avec un chariot élévateur.[UFB 14]

Cette brique cuite, broyé, est ce qui s'appelle "chamotte", s'utilise pour la réhabilitation de chemins, évitant ainsi de finir dans une décharge de déchets inertes.

Enfin, les palettes sont chargées à la sortie du transporteur, en groupe de quatre, par un manitou et sont stockés dans la cours extérieure dans l'attente d'être chargés comme conséquence d'une vente.[CAH 13]



Figure 01-23: Produit final

1.3. Détail de production par zones

Dans le processus de fabrication de matériel céramique interviennent une série de machine par zones capables de transformer la matière première, argile, en un produit fini. Détail des étapes et de leur capacité de production.

- Broyeur : Production 150 m³ / heure
- Raboteurs : Production 84 Tn / heure
- Lamineur articulé primaire : Production 72 m³ / heure
- Gâcheur primaire : Production 60 Tn / heure
- Lamineurs articulés secondaire 1 et 2 : Production à 1 mm d'ouverture des cylindre 43 m³ /heure
- Gâcheur-Extruseur : Production 35 m³ / heure
- Coupe, Transport d'étagères et Chargement de cages : Production 35 m³ / heure
- Séchoir : Production > 600 Tn / jour
- Déchargeur d'étagères et empilage : Production > 600 Tn / jour
- Pré-four et four : Production > 600 Tn / jour
- Dépilage et palettisation : Production > 600 Tn / jour

1.4. Paramètres de qualité assurés

Dans l'usine installée, actuellement la plus part des produits ont la marque AENOR pour les pièces d'argile cuite et est garantie la qualité exigée en dépassant les essais suivants:

- Dimensions, fissures
- Epaisseur des parois
- Planéité et parallélisme des faces
- Pourcentage des alvéoles
- Barrière anti-capillarité
- Succion
- Densité
- Résistance à la compression
- Propriétés thermiques
- Contenu de sels solubles actifs
- Expansion par humidité
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Adhérence
- Réaction au feu

1.5. Données de production et consommation

Malgré qu'aujourd'hui l'usine de fabrication décrite ne fabrique que la brique la plus rentable d'Espagne qui est le Grand Format avec une longueur de 70 cm, la même usine, avec les moules adéquates, est capable de fabriquer une grande variété de briques céramiques comme :

1. Mur, perforé ou King-Kong
2. Blocs structurels de charge avec perforation verticale
3. Double alvéole
4. Thermo-argiles ou bloc d'argile thermique.
5. Division, cloisons et mur dès 4 cm
6. Bloc ou brique séparative
7. Cloison Grand Format jusqu'à 70 cm avec alvéole simple, double ou triple, inclus terminaison et pièces spéciales.
8. Même si ce ne sont pas des briques, fabrication de casier pour bouteille de vin.

La pluparts de ces produits fabriqués ont le certificat de produit AENOR avec les caractéristiques exigées par les normes UNE correspondantes, donc ce sont des produits de haute qualité, avec un comportement mécanique et un degré d'isolement thermique et acoustique adéquat.

Dans le cas où l'on produirait seulement des briques Grand Format de 700 x 500 x diverses épaisseurs, la capacité actuelle de l'usine est supérieure à 590 tonnes par jour, ce qui équivaut à plus de 220.000 tonnes par an en travaillant toutes les heures de l'année.

Les volumes de production de documents peuvent vérifier les capacités de production pour chaque type de brique.

Consommation d'énergie Les estimations de papier permet de vérifier la consommation d'électricité, d'eau, de gaz naturel, les palettes et le cerclage pour chaque type de briques

1.6. L'architecture et les dimensions de l'usine de fabrication

La superficie de l'usine destinée à la production occupe approximativement 18000 m² sans tenir compte de la zone de mouvement de terres. Détail des dimensions du bâtiment principal.[CAH 13]

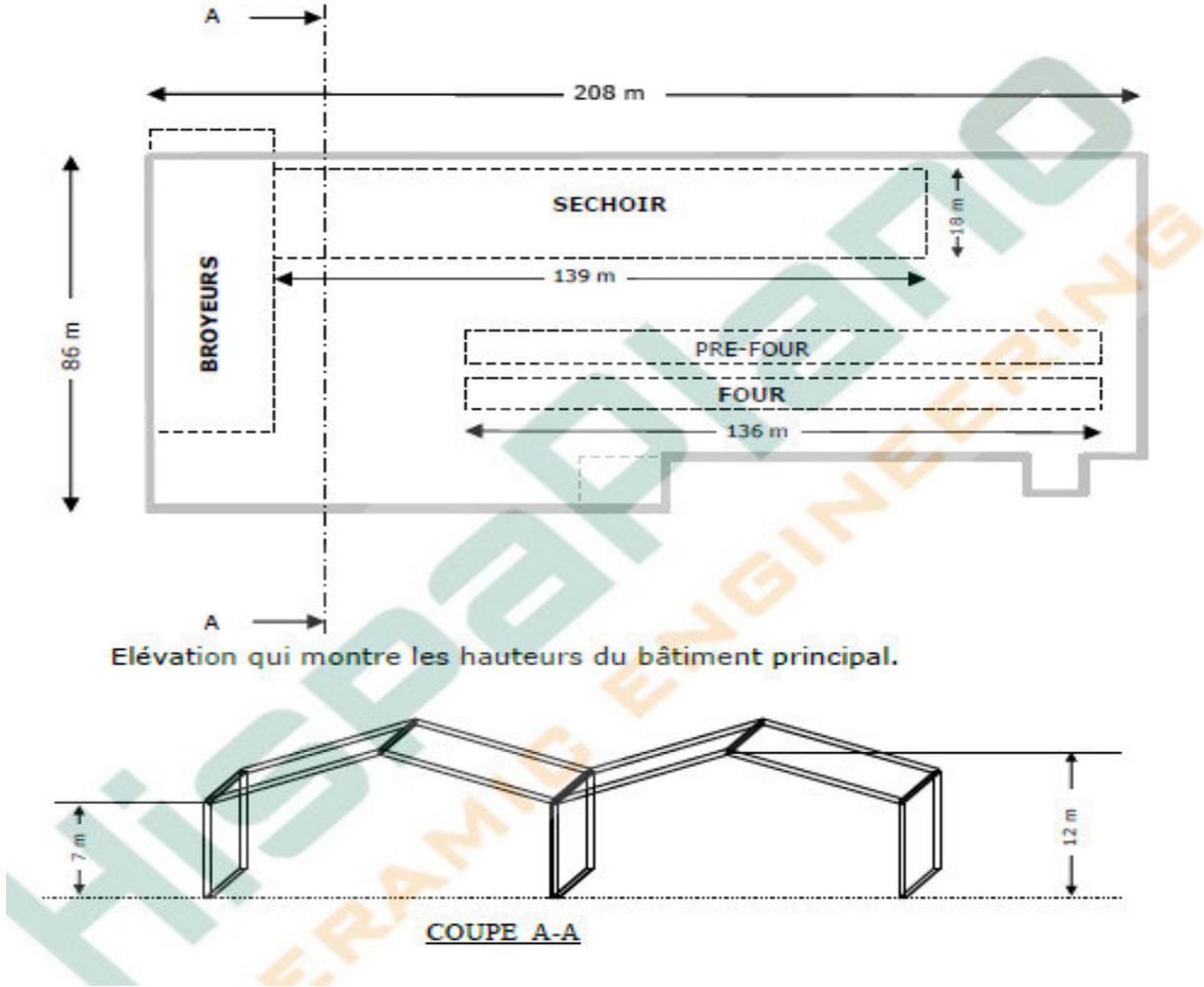


Figure 01-24 : Dimension de l'usine

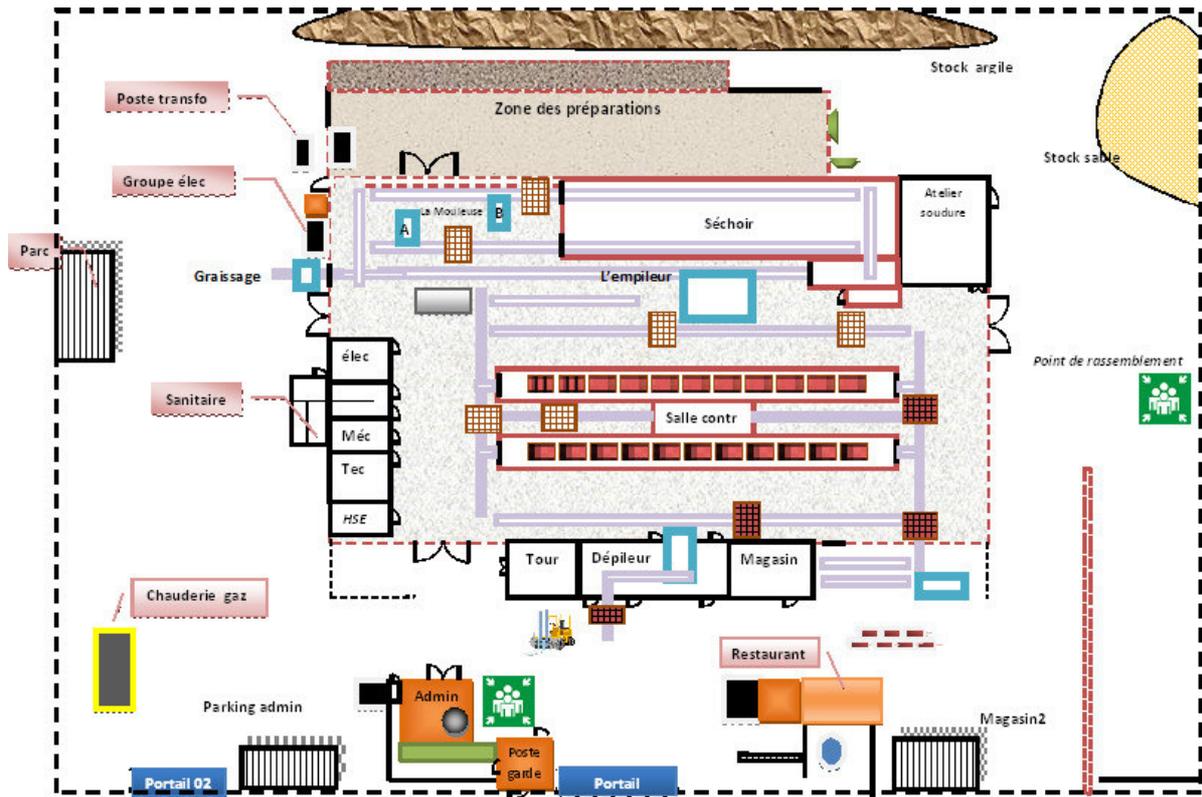


Figure 01-25: Plan architecturale de l'usine

Conclusion

Dans le premier chapitre, nous avons procédé à la description de l'usine sujet d'étude en décrivant tous les éléments constituant la chaîne de production en commençant par l'arrière de la matière première jusqu'à l'obtention du produit final(Brique)

Introduction

Dans ce chapitre, on abordera la notion de la puissance réactive en se base sur son aspect physique et sa formulation mathématique.

En outre, une partie importante de ce chapitre sera consacré à la compensation de cette énergie afin d'améliorer les performances du réseau électrique

2.1.La puissance réactive

Les réseaux électriques à courant alternatif fournissent l'énergie apparente qui correspond à la puissance. Cette énergie se décompose en deux formes d'énergie :

- L'énergie active : transformée en énergie mécanique (travail) et en chaleur (pertes).
[OUS 12]
- La présence de déphasage entre la tension et le courant permet l'apparition de la puissance réactive. Le déphasage est le résultat du stockage de l'énergie électrique soit au niveau des inductances (Bobines) sous forme du champ électromagnétique ou soit au niveau des condensateurs (capacité) sous forme du champ électrique.

On définit ainsi (Figure02.01) :

- La puissance apparente : $S = UI$ (KVA).
- La puissance active : $P = UI \cdot \cos \phi$ (KW).
- La puissance réactive : $Q = UI \cdot \sin \phi$ (Kvar).

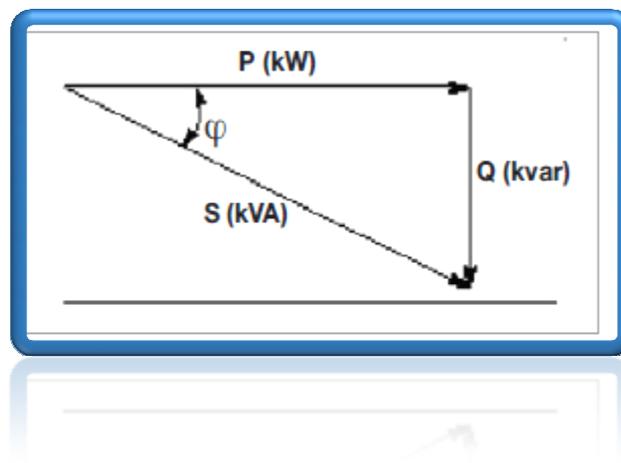


Figure 02-01: Composition vectorielle des puissances

Exemple :

Parmi les éléments consommateurs de puissance réactive les moteurs asynchrone, les transformateurs, les inductances, les convertisseurs statique (redresseurs), le banc de condensateurs....etc.

2.1.1. Sens physique de la puissance réactive

La nature de la puissance réactive doit être prise en compte pour sa valorisation. Pour cela il est nécessaire de revenir sur sa définition et son interprétation physique. La puissance instantanée d'un système électrique monophasé est définie par :

$$P(t) = v(t).i(t) \quad (2.1)$$

$$\text{Avec } v(t) = V_{eff}\sqrt{2} \sin(\omega t) \quad (2.2)$$

$$\text{Et } i(t) = I_{eff}\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi) \quad (2.3)$$

Où V_{eff} et I_{eff} sont les valeurs efficaces de la tension et du courant, ω la pulsation, et φ le déphasage du courant par rapport à la tension prise comme référence de phase.

Si l'on considère une charge R L C connectée en parallèle et alimentée par une source de tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz (Figure 02.02), les différents éléments vont absorber des courants dépendant de leurs impédances. [MAR 09]

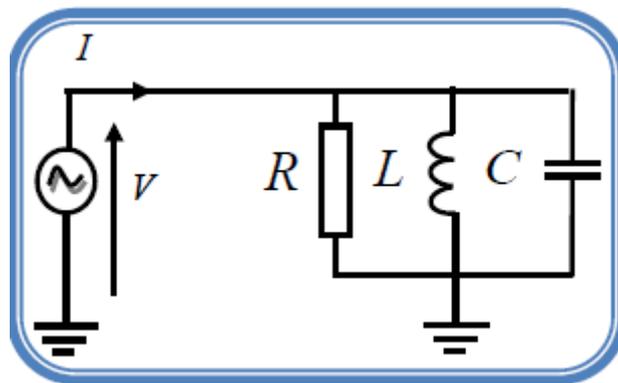


Figure 02-02 : Association en parallèle d'éléments Résistif, inductif et capacitif

Chaque élément va absorber la puissance active et réactive suivantes :

Tableau 02-01 : La puissance active et réactive absorbées par la résistance, inductance et capacité

Charge	impédance	Courant	Déphasage I/V	P	Q
Résistance	R	V/R	0	V^2/R	0
Inductance	$jL\omega$	$V/L\omega$	+90°	0	$V^2/L\omega$
Capacité	$1/jC\omega$	$C\omega V$	-90°	0	$-C\omega V^2$

La puissance instantanée consommée par chacun de ces éléments est sinusoïdale et d'une fréquence double de celle de la source d'alimentation. La puissance instantanée de chaque élément peut-être résumé par les expressions suivantes :

$$P_R(t) = v_R(t) \cdot i_R \cos^2(\omega t) = \frac{V^2}{2R} (1 + \cos(2\omega t)) \quad (2.4)$$

$$P_L(t) = v_L(t) \cdot i_L(t) = V \cos(\omega t) \frac{V}{L\omega} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{V^2}{2L\omega} \sin(2\omega t) \quad (2.5)$$

$$P_C(t) = v_C(t) \cdot i_C(t) = V \cos(\omega t) \cdot C\omega V \cos\left(\omega + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{C\omega V^2}{2} \sin(2\omega t) \quad (2.6)$$

2.2. Le facteur de puissance

C'est le quotient de la puissance active consommée et de la puissance apparente fournie

$$F = \frac{P(W)}{S(VA)} = \cos \varphi \quad (2.7)$$

Le $\cos \varphi$ est le facteur de puissance qui est fondamental et ne prend pas en compte la puissance véhiculée par les harmoniques. [OUS 12]

- Un facteur de puissance proche de 1 indique une faible consommation d'énergie réactive et optimise le fonctionnement d'une installation. Il permet d'identifier facilement les appareils plus ou moins consommateur de puissance réactive.
- Un facteur de puissance égale à 1 ne conduira à aucune consommation de la puissance réactive (résistive pure).
- Un facteur de puissance inférieur à 1 conduira à consommation de la puissance réactive d'autant plus importante qu'il se rapproche de 0 (inductive pure).
- Dans une installation électrique, le facteur de puissance pourra être différent d'un atelier à un autre, selon les appareils installés et la manière dont ils sont utilisés (fonctionnement à vide, pleine charge...). [OUS 12]

2.3. Le rôle de la puissance réactive dans un réseau

L'industrie sera dépourvu de tous les moteurs de tous ce qui tourne parce que la puissance réactive est responsable de la création de champs électromagnétique qui va provoquer la rotation ou bien le mouvement de n'importe quelle machine.

La puissance réactive est un facteur très important qui influe sur l'amélioration de la marge de stabilité et l'équilibre du réseau électrique ; ainsi que son fonctionnement.

2.4. La problématique de l'énergie réactive en milieu industriel

Dans l'environnement industriel actuel, la présence excessive de la puissance réactive dans le réseau électrique peut engendrer plusieurs inconvénients tels que :

- La dégradation de facteurs de puissance.
- Les chutes de tension considérable.
- Les pertes dans les lignes, les transformateurs, et les générateurs.
- Echauffement des dispositifs présentent un champ électromagnétique comme les transformateurs (saturation).
- Dégradation de la durée de vie des équipements et la diminution de leurs performances.

2.5. La compensation

Les réseaux électriques a pour but de véhiculer de la puissance depuis la source jusqu'aux centres de consommation dans un réseau à courant alternatif. L'utilisateur de l'énergie électrique ne bénéficie que de l'apport énergétique de la partie "active" ; la partie "réactive" ne peut pas être éliminée, mais doit être compensée par des dispositifs appropriés. Il est nécessaire de produire l'énergie réactive au plus près possible des charges, pour éviter qu'elle ne soit appelée sur le réseau. C'est ce qu'on appelle "compensation de l'énergie réactive". [NOU 12]

Pour inciter à cela et éviter de sur-calibrer son réseau, le distributeur d'énergie pénalise financièrement les consommateurs d'énergie réactive au-delà d'un certain seuil.

On constate trois principes de compensation :

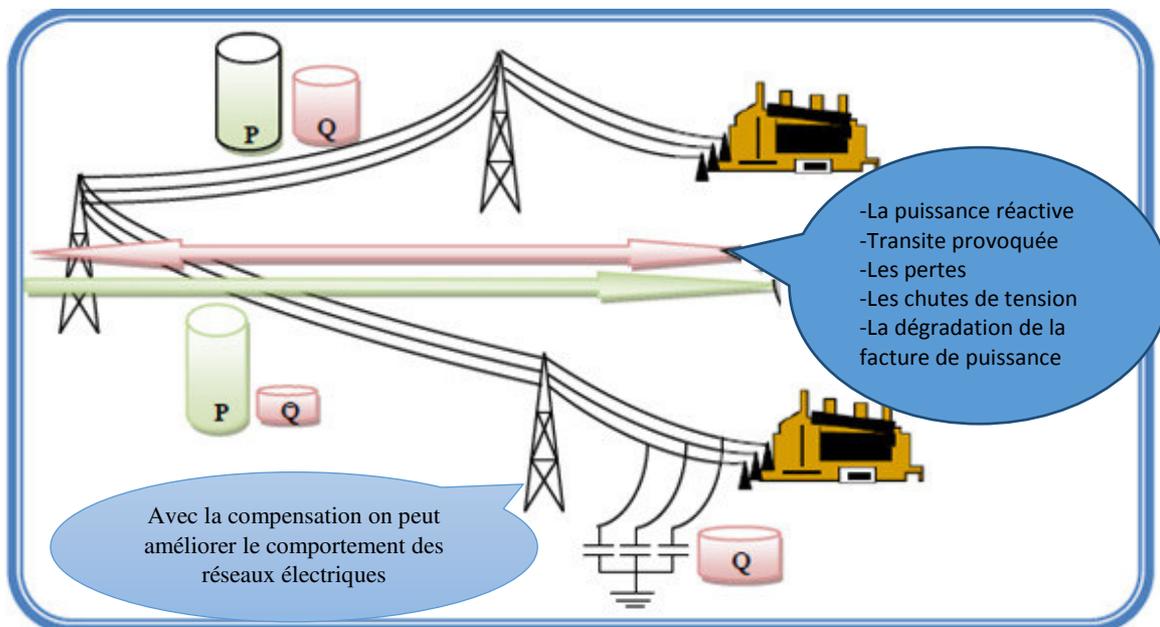


Figure 02-03 : Diagramme traduisant l'échange d'énergie et montrant l'intérêt de la compensation

2.5.1. Principe de la compensation shunts

On insère maintenant au milieu de la ligne un compensateur d'énergie réactive idéal. Ce dispositif permet de maintenir la tension V_M à la tension V_S , en contrôlant le flux de puissance réactive (Figure. 02.04). En effet, la chute de la tension à travers une ligne est donnée par la relation en négligeant le terme résistif de la ligne. [MAN 07]

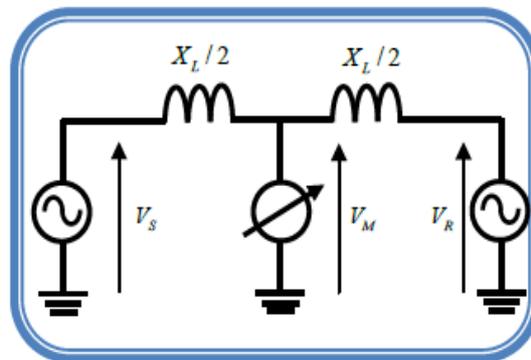


Figure 02-04 : Principe de compensation Shunts

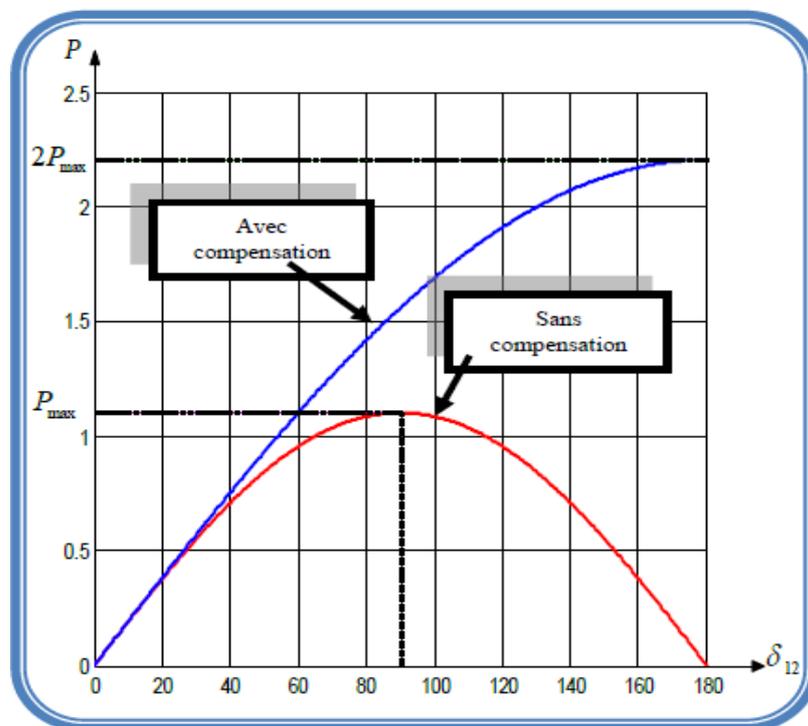


Figure 02-05 : Courbe de puissance avec et sans compensation shunt en fonction de l'angle de transmission

2.5.2. Principe de la compensation série

Cette compensation a pour principe d'insérer une réactance capacitive sur la ligne toujours dans le but d'augmenter la puissance transmissible. La ligne étant modélisée par une réactance de type inductive, on comprend aisément que l'on diminue cette réactance en ajoutant une réactance de type capacitive. En conservant le même modèle de ligne. On obtient la compensation série donnée par la (Figure 2.07)[MAN 07]

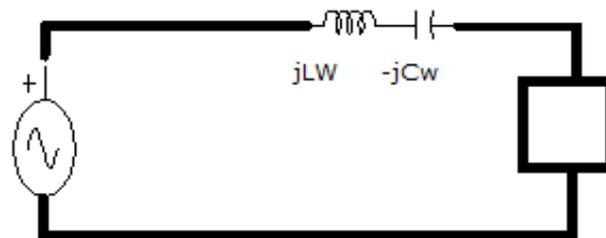


Figure 02-06 : Principe de la compensation série

2.5.3. Principe de la compensation par déphasage

Le principe de cette compensation est basé sur l'insertion d'un déphaseur sur la ligne. Ce dispositif est modélisé par une source de tension, d'amplitude et de phase variables. On peut alors avoir à la sortie du déphaseur une tension V_S de même amplitude qu'à l'entrée V_G mais déphasée d'un angle α (Figure 02.09).[MAN 07]

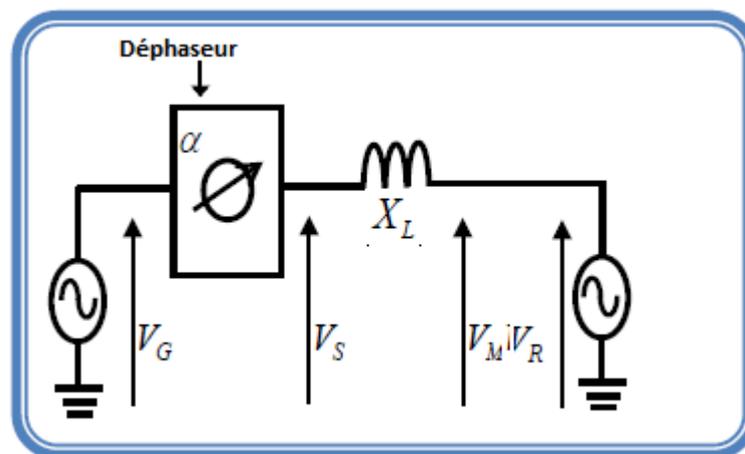


Figure 02-07: Principe de compensation par déphasage

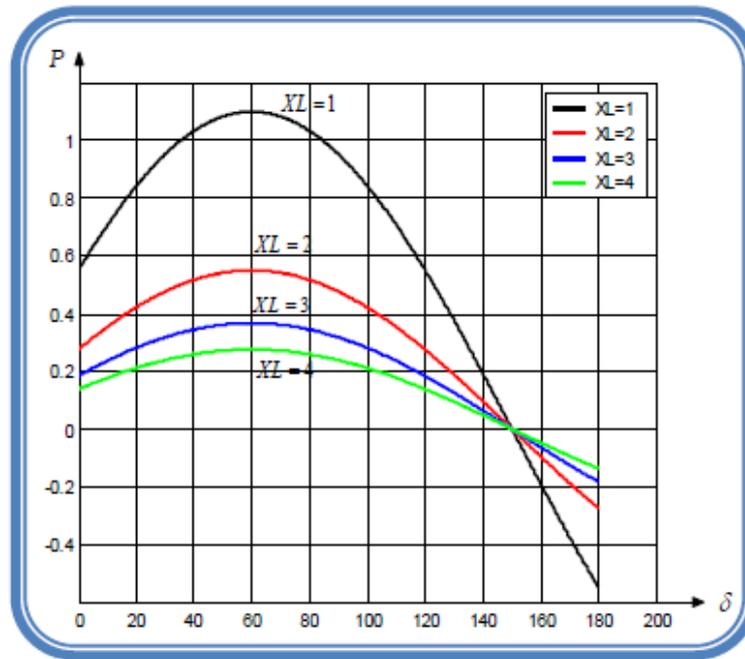


Figure 02-08: Compensation par déphasage pour $\alpha=\pi/6$

La puissance transmissible est alors fonction de l'angle de déphasage

$$P = V^2 \cdot \sin(\delta + \alpha) / X_L \quad (2.8)$$

Pour ce type de compensation, la puissance maximale n'est pas augmentée, mais le réglage de α permet de régler l'acheminement de puissance. Ce dispositif fonctionne finalement comme une vanne électronique.

2.6. Choix de la localisation

- Compensation globale: la batterie est raccordée en tête d'installation et assure la compensation pour l'ensemble des charges. Elle convient lorsqu'on cherche essentiellement à supprimer les pénalités et soulager le poste de transformation.
- Compensation locale ou par secteurs : la batterie est installée en tête du secteur d'installation à compenser. Elle convient lorsque l'installation est étendue et comporte des ateliers dont les régimes de charge sont différents.
- Compensation individuelle : la batterie est raccordée directement aux bornes de chaque récepteur inductif (moteur en particulier). Elle est à envisager lorsque la puissance du moteur est importante par rapport à la puissance souscrite. Cette compensation est techniquement idéale puisqu'elle produit l'énergie réactive à l'endroit même où elle est consommée, et en quantité ajustée à la demande. [SCH 06]

2.7. Moyens de compensation de la puissance réactive

Il existe plusieurs catégories de dispositifs de production de puissance réactive :

- ✓ Compensateurs synchrones
- ✓ Les bancs de condensateurs.
- ✓ Les compensateurs statiques de puissance réactive. [MAN 07]

2.7.1. Compensateurs synchrones

Les compensateurs synchrones sont des alternateurs synchrones connectés au réseau, mais ils ne sont pas entraînés par une turbine et ne fournissent donc pas de puissance active. Comme ils fonctionnent en moteur, ils consomment la puissance active correspondant à la compensation de ces pertes mécaniques et électriques. A l'instar des générateurs synchrones, leur courant d'excitation est réglable, permettant ainsi de contrôler la tension à leur nœud de connexion. [NAB 09]

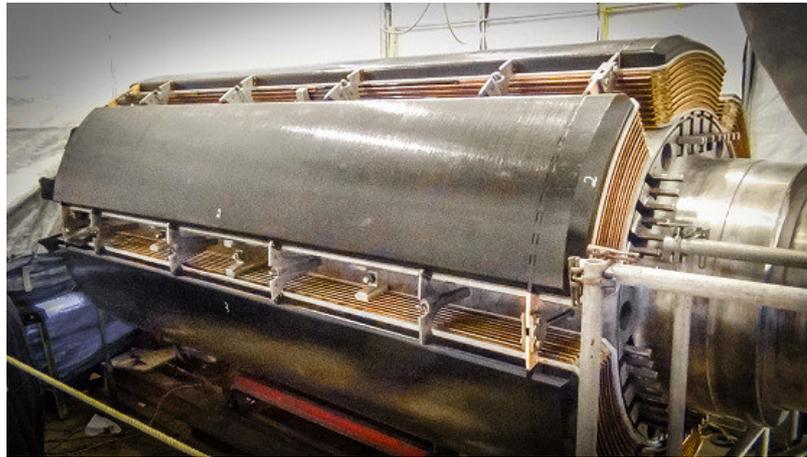


Figure 02-9: condensateurs synchrone

2.7.2 Bancs de condensateurs

Les bancs de condensateurs sont des dispositifs statiques de compensation de puissance réactive. Leur connexion sur les systèmes énergétiques permet d'injecter de la puissance réactive. Néanmoins leur fonctionnement en tout ou rien ne permet pas un pilotage de la tension, même s'ils peuvent être connectés par gradins. Les connexions ou déconnexions de condensateurs entraînent une diminution de leur durée de vie. Un inconvénient supplémentaire de ces dispositifs est que la puissance réactive générée diminue avec le carré de la tension ; en effet la puissance réactive générée par un banc de condensateur triphasé de capacité par phase C sous la tension composée U vaut

$$Q_c = - C w U^2. \quad (2.9)$$

Une tension basse diminue l'efficacité du condensateur alors qu'il est nécessaire d'injecter plus de puissance réactive. Un autre paramètre important à prendre en compte pour les bancs de condensateur est le niveau de tension auxquels ils sont connectés. Le coût de ces appareils dépend en partie de la qualité du diélectrique utilisé. Les condensateurs sont plus économiques pour des niveaux de tension de l'ordre de 20 kV, c'est-à-dire adaptés aux réseaux de distribution.[NAB 09]



Figure 02-10: Bancs Condensateurs

2.7.3 Compensateurs statiques de puissance réactive

Les compensateurs statiques de puissance réactive, ou FACTS (de l'anglais Flexible Alternative Current Transmission System) sont des dispositifs plus récents qui associent des bancs de condensateurs et de bobines à des convertisseurs d'électronique de puissance permettant de régler la puissance réactive délivrée et absorbée selon besoin instantanée de la charge.[NAB 09]



Figure 02-11: Compensateurs statiques de puissance réactive

2.8. Les avantages de la compensation

2.8.1. Les avantages économiques

- Une réduction de la souscription de puissance en KVA dans le cas d'un contrat « tarif jaune »
- Une suppression de la facturation des consommations excessives d'énergie réactive dans le cas d'un contrat « tarif vert »
- Diminution de l'énergie active consommée en KWH (réduction des pertes joule)

2.8.2. Les avantages techniques

- Une augmentation de puissance disponible au secondaire de transformateurs
- Une diminution des pertes joules dans les câbles.
- Une diminution des chutes de tension dans les câbles.

Tableau 02-02 : comparaison entre les moyens de compensation

Moyen	Batterie de condensateurs	Moteurs synchrones	Compensateurs statique
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Ne sont pas chère • Ne nécessitent pas d'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> • Réglage doux de la puissance réactive 	<ul style="list-style-type: none"> • Réglage souple de la puissance réactive • Temps de réponse meilleur
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de réglage doux de la puissance réactive 	<ul style="list-style-type: none"> • Cher compliqué et nécessite de l'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> • Très chère • Injecteur des harmoniques

2.9. Les systèmes de transmission flexibles en courant

Avec le développement rapide de l'électronique de puissance, les Systèmes Flexibles ont été créés et implémentés dans les réseaux électriques. Les FACTS peuvent être utilisés pour contrôler l'écoulement de puissance et améliorer la stabilité du système. Particulièrement, avec le nouveau système de dérégulation du marché de l'énergie, il y a une augmentation de l'intérêt accordé aux FACTS dans l'exploitation et le contrôle des réseaux électriques et ceci est dû aux nouvelles contraintes de charge et aux nouvelles contingences.

L'installation des FACTS est devenue indispensable pour augmenter la capacité et la contrôlabilité d'un réseau électrique. [MAH 10]

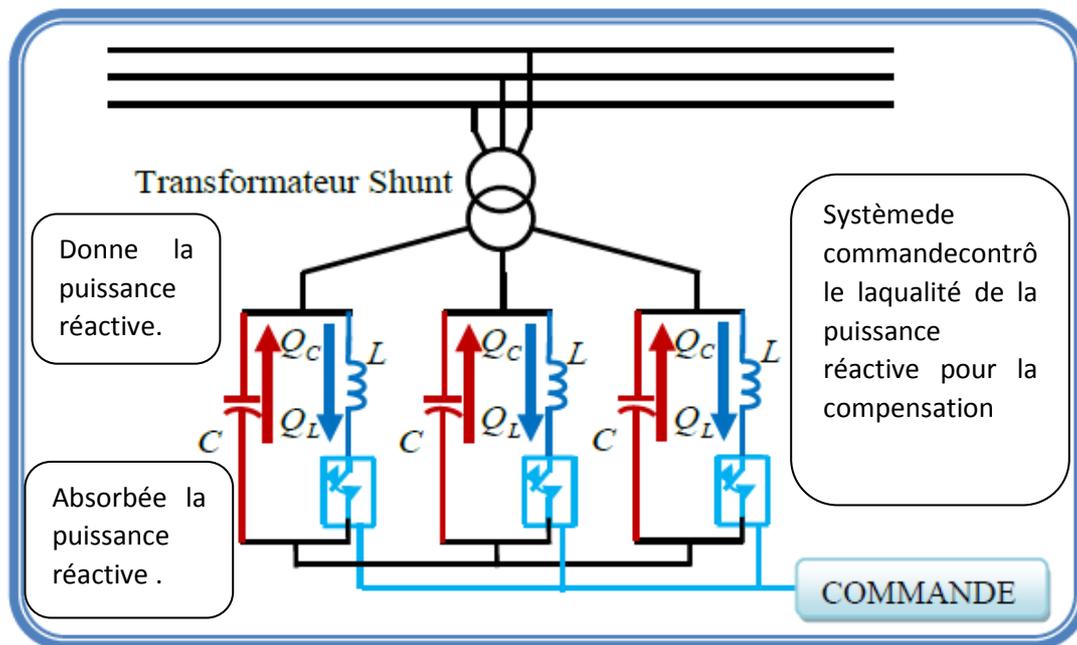


Figure 02-12 : Schéma de principe d'un FACTS

2.9.1. Définition de Système FACTS

Les systèmes de dispositifs FACTS sont employés pour le contrôle dynamique de tension, impédance et angle de phase de tension afin d'améliorer le comportement dynamique des réseaux ainsi que la répartition et l'écoulement des puissances dans les réseaux. Selon *IEEE*, les FACTS, sont définis comme suit :

Ce sont des systèmes à courant alternatif incorporant des éléments d'électronique de puissance et d'autres contrôleurs statiques pour l'amélioration de la contrôlabilité et la capacité du transit de la puissance. [PAD 07]

2.9.2 Les rôles des FACTS

- Améliorer le contrôle de la tension et la stabilité des réseaux
- Réduire des pertes actives totales
- Compenser l'énergie réactive
- Augmenter la capacité de transport de la puissance active
- Améliorer des oscillations de puissance et de tensions susceptibles d'apparaître dans les réseaux à la suite d'un défaut.

- Améliorer la stabilité électromécanique des groupes de production [ZEI 13]

2.9.3 Les différents types des systèmes FACTS

La technologie FACTS n'est pas limitée par un seul dispositif mais elle regroupe une collection de dispositifs à base de l'électronique de puissance implantés dans les réseaux électriques afin de mieux contrôler le flux de puissance et augmenter la capacité de transit de leurs lignes. Par action de contrôle rapide de ces systèmes sur l'ensemble de paramètres du réseau : tension, impédance, déphasage ...etc. ils permettent d'améliorer les marges de stabilité et assurer une meilleure flexibilité du transfert d'énergie. [ABD 09]

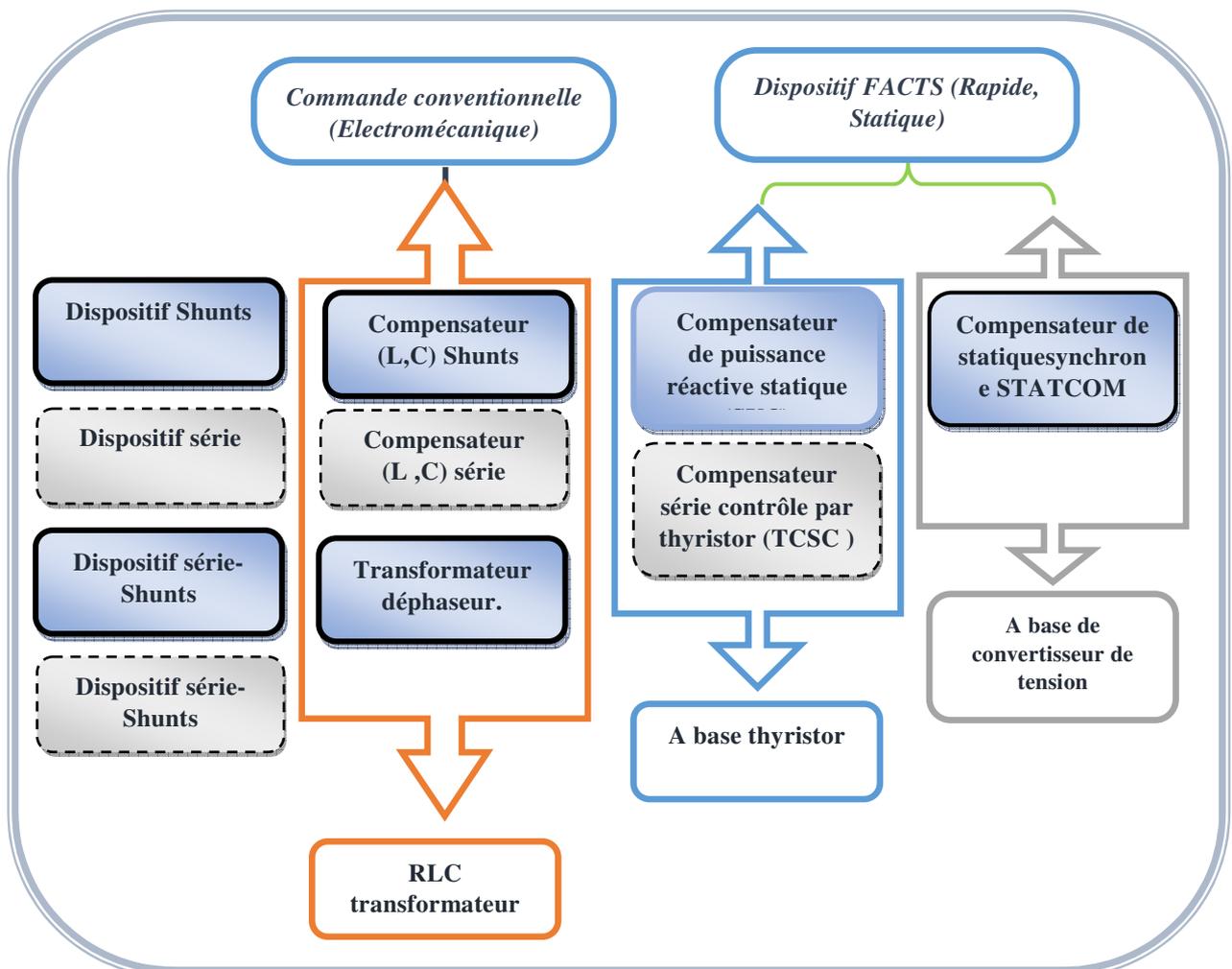


Figure 02-13: classification des dispositifs de compensation FACTS

2.9.4. Les applications principales des FACTS

Il existe de nombreux domaines d'application variant d'un type à l'autre, en les résumant dans le tableau suivant :

Tableau 02-03 : Les applications des FACTS

Type	Application
SVC	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stabilisation dynamique de tension, la capacité de transfert accrue de puissance, variation réduite de tension ✓ Amélioration de stabilité d'angle et de tension ✓ Equilibrage de charge dynamique appui équilibré de tension
TCSC	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Améliorer la stabilité de coupure et de tension ✓ Commander la ligne flux de puissance ✓ Augmenter la capacité de transfert d'énergie ✓ Atténuation de l'oscillation électromécanique
STATCOM	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stabilisation dynamique de tension ✓ Système d'alimentation amélioré atténuant ✓ Equilibrage de charge dynamique ✓ Amélioration de charge de puissance

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un survol de la puissance réactive a été établi en montrant ses avantages et ses inconvénients ces derniers nécessitant une compensation afin d'assurer une bonne qualité d'énergie électrique.

Les systèmes FACTS ont nécessité une place privilégiée dans ce chapitre.

Introduction

Ce chapitre est consacré à trois parties ; en premier lieu, nous développerons la procédure d'abonnement en décortiquant le contrat client (l'abonné MT) et la SONELGAZ. Puis nous aborderons tous les points concernant la tarification et en dernier lieu nous revenons sur le principe du comptage en se basant sur la documentation de la SONELGAZ.

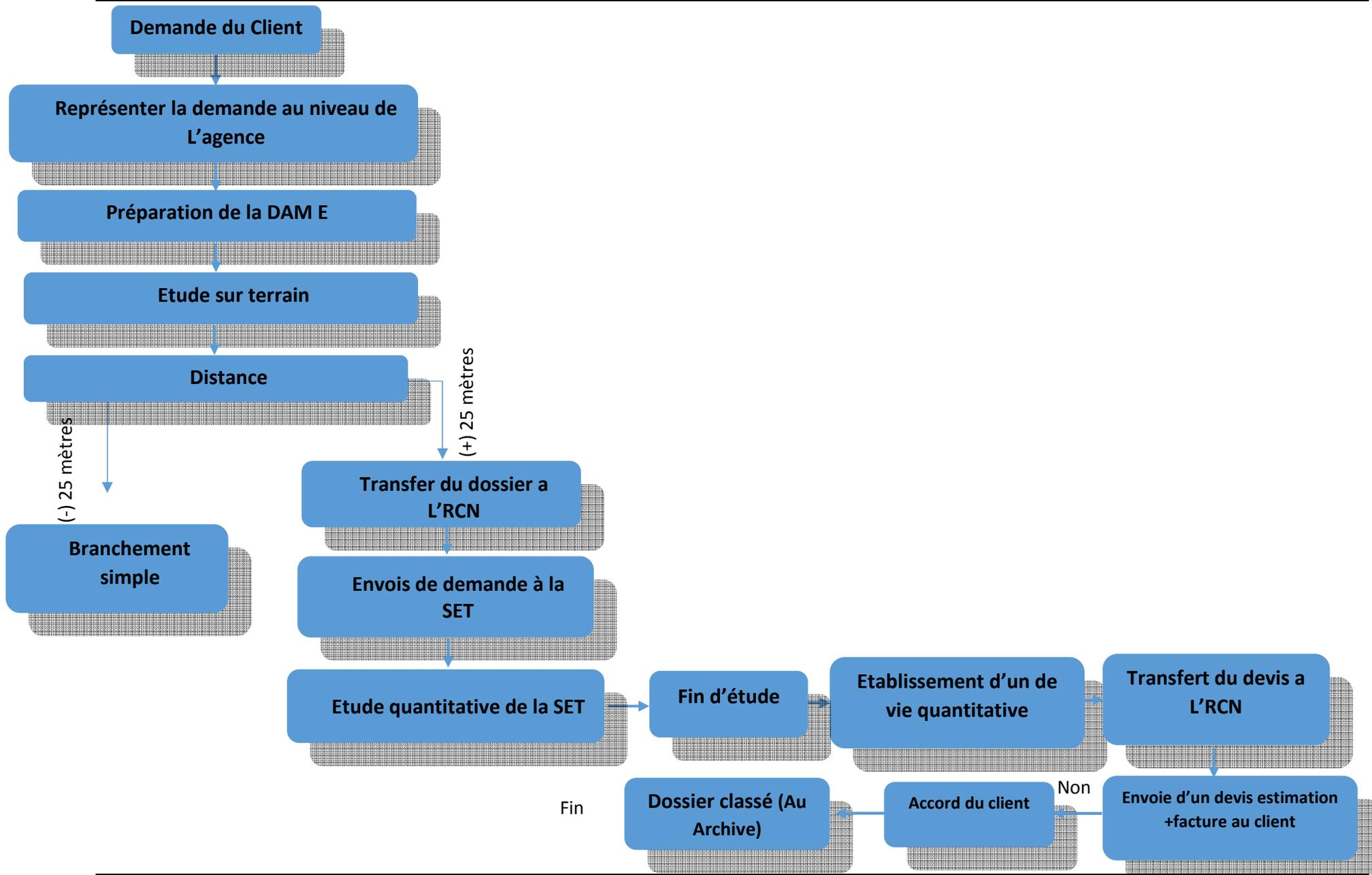
3.1. Procédure de la convention (client- SONELGAZ)

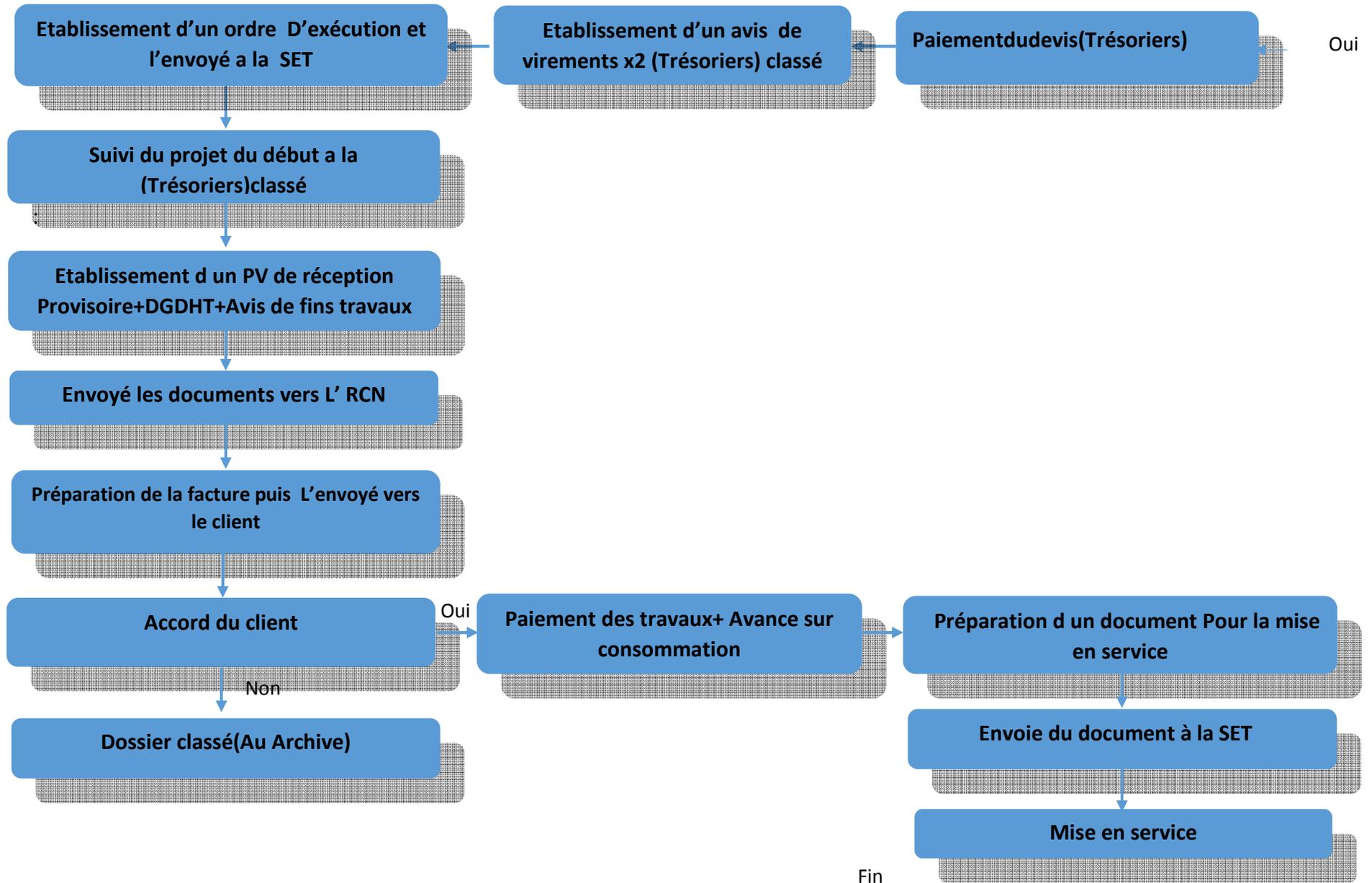
Les abonnés cherchant un nouveau branchement en électricité que ce soit basse tension (BT) ou bien moyenne tension (MT). Devient suivre une certaine procédure qui concerne la basse tension (<25 mètres), donc c'est les agences qui s'occupent de toutes les opérations sauf si la demande du client dépasse les 25 mètres réglementaire (elle devient une extension de réseau) donc le dossier sera transféré automatiquement au niveau de la direction où sont traités les dossiers MT.

Le client doit présenter un dossier complet qui contient :

- Demande d'alimentation en énergie électrique.
- Copie de la carte d'identité.
- le folio de son voisin.[SON 08]

Toutes ces informations seront illustrées dans l'organigramme suivant :







شركة توزيع الكهرباء والغاز للوسطى. ن.أ.

Société de Distribution de l'Électricité et du Gaz du Centre .Spa

Direction de la Distribution de Biskra

استمارة معلومات لإيصال الطاقة الكهربائية ذات توتر متوسط

Fiche de Renseignements pour Raccordement Energie Electrique en Moyenne Tension

Renseignements du demandeur

Nom / Raison Social :
 Adresse :
 Téléphone : Fax :
 EMAIL:
 Domiciliation bancaire RIP / RIB :
 N° de Registre de commerce :
 Code imposition :
 Article Fiscale :

Nom & Prénoms :
 Profession :
 Désignation du projet :

Caractéristiques d'alimentation

Puissance Transfo installé (KVA) :
 Puissance demandée (KW) :
 Tarif sollicité (42, 43, 41 ...) :
 T41=HEURES POINTES DE 17H00A 21H00 (872,02DA) + HEURES PLEINES 06H00 A 17H00 & 21H
 A22H30 (193,76DA)+ HEURES NUIT DE 22H30 A 06H00 (102,40DA)
 T42=HEURES POINTES DE 17H00A 21H00 872,02 + HEURES HORS POINTES /21H00 A
 17H00 180,64
 T43=JOURSDE 6H00A 22H30428,30+ NUITS DE 22H30 A 6H00 102,40

Lu et approuvé le :

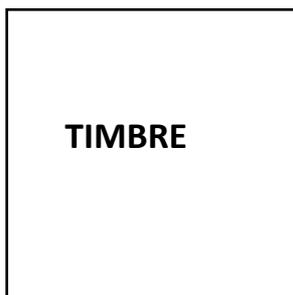
Signature

شركة توزيع الكهرباء و الغاز للوسط

ش ت و

**SOCIETE DE DISTRIBUTION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ****SDC****DU CENTRE / SDC****DIRECTION DE LA DISTRIBUTION DE BISKRA**

Boulevard Mohamed Boudiaf Biskra



N°RCN :

N°Poste :

N°QMT :

CONTRAT D'ABONNEMENT N° 4151 /Biskra

Pour la fourniture d'énergie électrique**Entre:**

Adresse :

Désigné ci-après par l'abonné, D'une part, et la Société de distribution de l'électricité et du Gaz du centre/SDC Désigné ci-après par SDC D'autre part, Il a été convenu et arrêté ce qui suit:

L'ABONNE

POUR SDC

LE DIRECTEUR DE LA DISTRIBUTION

Lu et approuvé

le

Biskra, le

Fait en trois exemplaires

...../.....mots rayés, nuls et/..... Chiffres.

(1) Faire précéder la signature par la mention «Lu et approuvé »

3.2. La tarification

3.2.1. Système tarifaire d'électricité

Le système tarifaire de SONALGAZ a pour but :

- D'assurer des recettes à l'entreprise de la vente de ces produits pour faire face à ces charges et en particulier le salaire de son personnel.
- De diminuer les coûts de mise à disposition à la clientèle de l'énergie électrique par l'incitation de celle-ci à consommer durant les heures creuses.
- D'assurer une égalité de traitement de toutes les abonnées d'un même niveau de tension ou de pression par la mise en place des tarifs à l'échelle nationale. **[CRE 16]**

3.2.2. Caractéristique

La structure de la tarification est unique pour les deux énergies (électricité et gaz).

Elle se compose de :

Deux termes communs à l'électricité, il s'agit de:

* LES REDEVANCES FIXE

* L'ENERGIE ELECTRIQUE

Un terme propre à l'électricité

* LA PUISSANCE MISE A DISPOSITION (PMD),

* PUISSANCE MAXIMUM ABSORBÉE (PMA).

Les prix sont identiques sur tout le territoire national et ne varient pas en fonction des saisons.

Les prix sont différenciés en fonction de la journée (prix élevés pour les heures de forte demande et bas pour les heures de faible demande). En conséquence, le prix élevé de l'énergie électrique à la pointe et son bas niveau aux périodes creuses incitent la clientèle à consommer durant les heures les moins chargées. Il suffit pour ce faire de doter le client de comptage adéquat. **[SON 08]**

3.2.3. Période tarifaire

C'est aux clients de choisir le type de tarification adéquat au besoin énergétique (pointe, heures pleines, heures creuses, hors pointes, jour, poste unique)

Tableau 03-01 : les différents types de tarifs

Triple tarif (3 périodes tarifaires)		Heure creuse (22 h 30 → 6H) (7 H 30 / jour)	Heure pleine (6 H → 17 H) (21 H → 22H30)	Heures pointes (17 H → 21 H) (4 H / jour)
Double tarif (2 périodes tarifaires)		Heures hors pointes (21 H → 17 H) (20 H / jour)		Heures pointes (17 H → 21 H) (4 H / jour)
Double tarif (2 périodes tarifaires)		Nuit (22H30 → 6 H) (7H 30 / jour)	Jour (6H → 22H30) (16H 30 / jour)	
Simple tarif unique		Poste unique (24 H/jour)		

3.2.4 Présentation des tarifs

Les tarifs d'électricité actuellement en vigueur sont classés en trois séries ou chaque série regroupe les tarifs propres à un niveau de tension auquel les clients est raccordé.

Tarif série 30 : abonnées Haute Tension

Tarif série 40 : abonnées Moyenne Tension

Tarif série 30 : abonnées Basse Tension [CRE 16]

3.2.4.1. Les tarifs

On a types de la tarification pour la moyenne tension :

Tarif E41 : HEURES POINTES DE 17H00 A 21H00 (872.02 c DA) + HEURES PLEINES 06H A 17H00 & 21H et 22H30(193.I. 76 c DA) + HEURES NUIT DE 06H00 (102.40 c DA)

Tarif E42 : HEURES POINTES DE 17H00 A 21H00 (872.02 c DA) + HEURES HORS POINTES / 21H00 A 17H00 (180.64 c DA)

Tarif E43 : HJOURS DE DE 17H00 A 22H30 (428.30 c DA) + NUIT DE 22H30 A 06H00 (102.40 c DA)

Tarif E44 (UNIQUE) :Le prix de KWH est (375.62 c DA) + HEURES PLEINES 06H A 17H00 & 21H et 22H30(193.I. 76 c DA) + HEURES NUIT DE 06H00 (102.40 c DA)

3.2.4.2. Prix de la puissance et de redevance fixe :

Tableau 03-02 : Les différents Tarifs

	Mise à disposition PMD	Absorbée PMA	Redevance fixe
Tarif 41	25.85 DA/Kw/mois	116.15 DA/kw/mois	38 673.I. 35 DA/mois
Tarif 42	38.70 DA/Kw/mois	180.58 DA/Kw/mois	515.65 DA/mois
Tarif 43	38.70 DA/Kw/mois	154.56 DA/Kw/mois	515.65 DA/mois
Tarif 44	38.70 DA/Kw/mois	180.58 DA/Kw/mois	515.65 DA/mois

3.2.4.3. Formule générale de tarification

La construction ou conception de tous les tarifs est bâtie en fonction d'une architecture ou structure unique, elle est appelée : formule tarifaire.

Expression générale est une équation à plusieurs termes (polynômes). Elle comporte trois (3) parties :

- Un terme constant.
- Un terme qui facture la puissance pour l'électricité, le débit pour le gaz.
- Un terme qui facture l'énergie.[DOC 14]

Cette formule est applicable à l'ensemble des clients pour les tensions et pressions suivantes :

Haute Tension : 60 – 90 – 220 kV.

Moyenne Tension : 5,5 – 10 – 30 kV.

Basse Tension : 220 – 380 V.

1° terme Redevance

$$R = a + c \cdot P_c + d \cdot P_a + \sum e_h \cdot E_h + g \cdot (\omega - r \cdot E)$$

2° terme Puissance
3° terme Energie

Ou

R : montant mensuel de la facture (DA/mois)

a : Redevance fixe (DA/mois)

P_c : Puissance mise à disposition du client et qu'il peut appeler suivant ses besoins elle est exprimée en KWP_a : puissance maximale absorbée en cours de la période de facturation mesurée par un appareil indicateur de maximum avec remise zéro à chaque relève. Elle est exprimée en KW.

C, d : Prix de facturation de la puissance mise à disposition et de la puissance maximale absorbée (DA/Kw/mois)

E : énergie consommée au cours du mois (KWH/Mois)

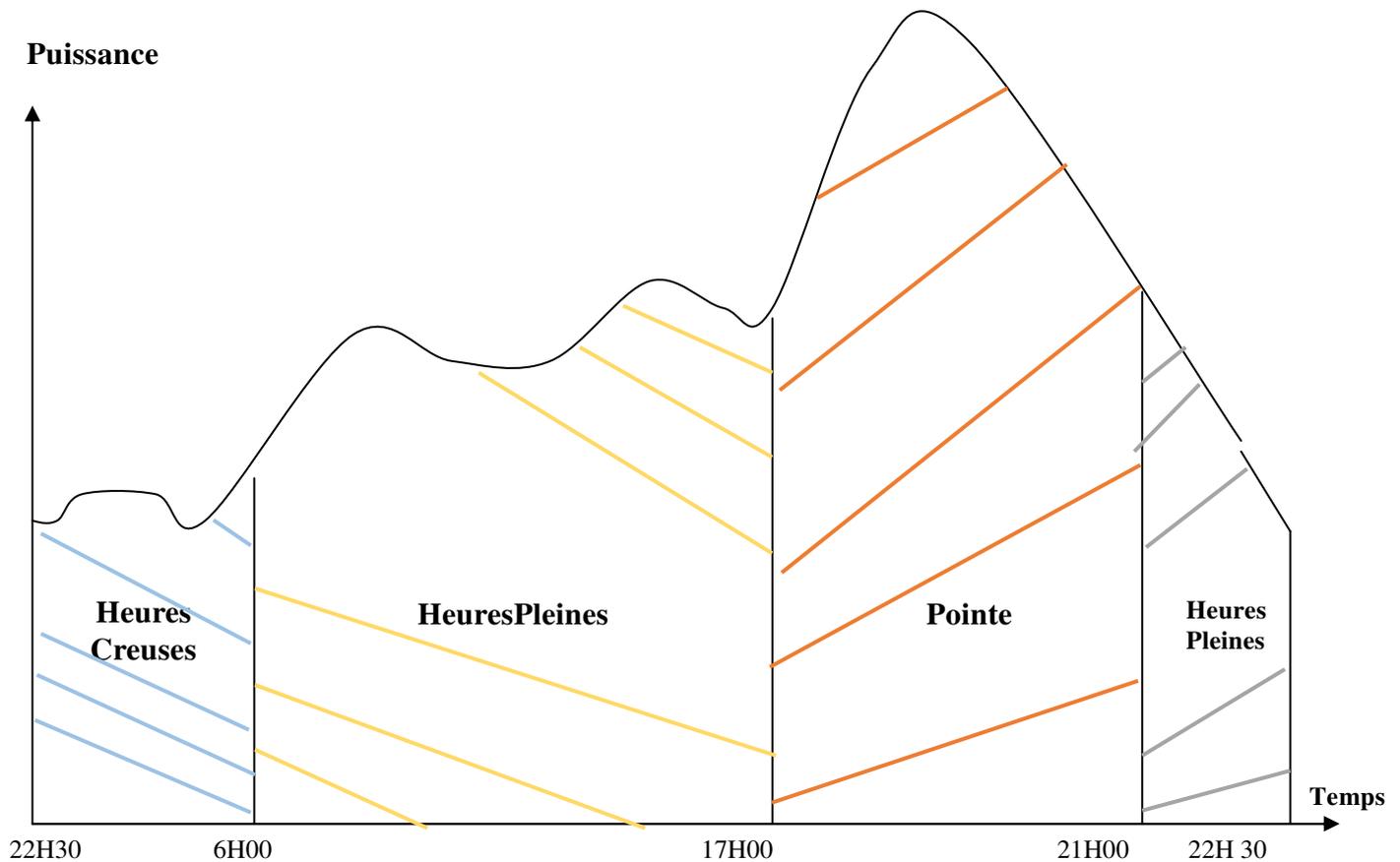
E_h : énergie consommée au cours du mois dans le poste horaire h (E = ∑ E_h)e_h : prix de l'énergie par poste horaire (c DA /KWH)

W : énergie réactive consommée au cours du mois (KVAR/mois)

g : Prix de l'énergie réactive (c DA/KVARH)

r : concerne la facturation de l'énergie réactive : valeur du rapport $\text{tg}\varphi = W/E$ au-delà duquel il y a majoration et en deçà bonification On prend $r = \text{ce}$ qui correspond à un $\cos \varphi$ de 0.894**3.2.5. Courbe de charge quotidienne**

On réalité, la consommation de l'énergie électrique se sont pas statique, elle varie selon le besoin instantané pour la représenté on aura recours à des courbes de charges montrant l'évolution de la demande ou cours de la journée [DOC 14]



3. 3 Comptage de l'énergie électrique

3.3.1. Définition

Le comptage de l'énergie électrique qui passe par un endroit donné, se fait généralement à l'aide d'un compteur électromagnétique. Celui-ci a la particularité de faire tourner un disque en fonction de la quantité d'énergie qui passe par le compteur. Cette roue entraîne ensuite un système de chiffres rotatifs qui traduisent les effets électriques en valeurs chiffrées.

Bien que conçus pour tourner dans un seul sens, les compteurs électromagnétiques peuvent également tourner dans l'autre sens si on inverse le flux électrique. On dit alors que le compteur tourne à l'envers. [SON 08]

3. 3.2. L'intérêt du comptage de l'énergie dans une entreprise

Indispensable au fonctionnement et à la production, l'énergie mérite toute sa place dans la stratégie d'entreprise. Ceci est d'autant plus vrai avec des contraintes

environnementales de plus en plus fortes et une hausse tendancielle du prix de l'énergie qui ont un impact direct sur les comptes des entreprises.

Plusieurs voies peuvent être explorées, de façon simultanée pour faire face à cette réalité :

- La maîtrise de la demande d'énergie : connaître et satisfaire les besoins réels, éviter les pertes superflues.
- L'exploitation d'équipements utilisant efficacement l'énergie

La comptabilité énergétique constitue alors une démarche essentielle pour connaître puis agir efficacement sur ces différents levier d'action et au final pour améliorer la rentabilité et la compétitivité de l'entreprise. Le plan de comptage de l'énergie est un outil central [DUN 14]

3. 3.3. Le plan de comptage

C'est un outil d'étapes permettant de mettre en place un système performant de comptage de l'énergie en entreprise.

Il permet de connaître, analyser et suivre l'ensemble des résultats mesurables concernant la consommation, l'usage et finalement la performance de l'entreprise [DUN 14]

3.3.3.1. La méthodologie du plan de comptage

Elle comprend quatre grandes étapes comme suit :

- L'analyse préalable à partir d'un état des lieux.
- La mise en œuvre de l'instrumentation et du système de collecte d'information
- L'exploitation des données [DUN 14]



Figure 03-01 : Plan de comptage

3. 3.4. Les appareils de mesure électrique

Les appareils de mesures électriques, utilisés en travaux pratiques de la spécialité, sont nécessaires car les grandeurs électriques ne peuvent être déterminées sans eux.

Il est donc nécessaire de savoir choisir l'appareil de mesure adapté à la mesure à faire. Il est tout aussi nécessaire de savoir calibrer l'appareil choisi car une utilisation mal appropriée entraînera des erreurs de mesures importantes, dans le pire des cas, une destruction de l'appareil.

On va choisir le wattmètre ou bien le compteur électrique

Un compteur électrique est un organe électrotechnique servant à mesurer la quantité d'énergie électrique consommée dans un lieu : habitation, industrie... Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité (sonelgaz) afin de facturer la consommation d'énergie au client. À

l'origine ces appareils étaient de conception électromécanique, ils sont remplacés dorénavant par des modèles électroniques. Les nouvelles versions de compteurs électriques sont des compteurs communicants appelés parfois compteur intelligents.

L'unité légale d'énergie est le joule, correspondant à une puissance d'un watt pendant une seconde. Cependant, l'unité d'énergie habituellement utilisée pour la consommation électrique est le kilowatt-heure (kWh). Un kWh est équivalent à $3,6 \times 10^6$ J. [SHE 06]

3.3.4.1. Compteur classique électromécanique

Ce sont les plus anciens compteurs. On les reconnaît à leur disque qui tourne proportionnellement à l'énergie consommée. Il s'agit de la première génération de compteurs installés par son propriétaire, sont branches jusqu'à maintenant.

Tous les comptages de la société de SONELGAZ sont des compteur intelligents (électronique) à 90%. [DOC 14]



Figure 03-02 : Compteur classique électromécanique

3.3.4.2. Compteur électronique

Le système de comptage est électronique et ils sont souvent moins encombrants que les compteurs classiques et très précis surtout le révèle, on peut le programmer avec des tarifs horosaisonniers à la demande de clients, et plusieurs fonctionnalités qui nous aident à améliorer les réseaux électriques pour diminuer les pertes et la chute de tension pour satisfaire la clientèle de l'entreprise.

Le fonctionnement se fait à l'aide d'un shunt. Aux bornes de shunt on a une chute de tension proportionnelle à l'intensité. Les indices s'affichent en LCD. Ces compteurs sont plus

sensibles aux surintensités et surtensions, et tout installés, et on peut le gérer à distance.[DOC 14]



Figure 03-03: Compteur électronique

3. 3.5.Type de comptage

En global, il existe trois types de comptage :

A : entre 50 :500 kW, compteur installé avant le transformateur avec un TC

B : entre 500 :2000 kW, compteur installé après le transformateur sans condensateur avec un TC et un TP

C : > 2000 kW le compteur installé après le transformateur avec condensateur (TC , TP)

3.4. FacturationMT

La facturation M.T. est basée sur le relevé mensuel des Compteurs Numériques. Ces compteurs sont programmés pour mémoriser les index à la 1ère heure du 24 de chaque mois. Les relevés sont effectués régulièrement entre le 24 et le 28. Ainsi la période de lecture est stable et la même pour tous les Clients MT.

3.4.1. Analyse de facture (MT) :

La facture est un document établi et remis par le vendeur à l'acheteur. Ce document reprend le détail des marchandises livrées ou des prestations fournies (quantités et prix). La facture doit comporter pour l'essentiel les informations suivantes :

La figure suivante représente l'analyse de la facture MT

1

2



شركة توزيع الكهرباء والغاز للوسط
Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Capital social de 15 Milliards DA **FACTURE N°** 821510000024 Période: Octobre 2015
 I. FISC: 096916010012742 A. IMP: 07014118115
 Direction Distribution: Biskra Fax : 033740015
 Adresse : Tél. : 033741018
 N° RC: 01/0805455B06 N°S : 096916010012742 Dépannage Electricité :
 N° RIP: 0079999900003801062 N° RIB: BNA BISKRA.00100386030030016118

CLIENT

Référence : 073152606155198 N° Client : 8215155
 N° Poste 235 N° RC: N°S : 000000000000000 Tél. : 555222762

Désignation du lieu de consommation: PGE A EL HAGF EL MIET Fax :
 Nom et Adresse du Destinataire de facture: AISSADOU RACHID SALAH
 BP 96 ZERIBET EL OUED 07084 ZERIBET EL OUED 1ER

Tarif: E43Comptage: Période de consommation du: 28-09-2015 au: 28-10-2015

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	7386	1.00	46360	47027	31153	31884	90743	92914
REACTIF-S-T	7386	1.00	111410	114074				
IND PUISSANCE	7386	1.00		12.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	NUIT	JOUR
CONSUM. ACTIVE	667	733	2171	777	3181
P. E. C ACTIVE	15	17	50		
P. A. V ACTIVE	95	51	159		
CONSUM. REACTIVE	2664			4930	
P. E. C REACTIVE	104				
P. A. V REACTIVE	2160				

FACTURATION
 Veuillez régler avant
 le 08-12-2015 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse a notre unité.

Biskra , le 08-11-2015

Le Directeur



Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
NUIT	777	85.33		663.01
JOUR	3181	356.92		11353.63
Facteur de puissance 124.52%				
MAJORATION	2951	37.94		1119.61
Puissance mise à disposition	50	3225.00		1612.50
Puissance maximale atteinte	12	12880.00		1545.60
Primes fixes				429.71
Montant énergie HT				16724.06
TVA énergie taux 7 %				1170.68
Location (comptage, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				7.05
Frais de coupe et remise				
Montant prestation HT				7.05
TVA prestation taux 17 %				1.20
Taxe d'habitation				100.00
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

TOTAL FACTURE 18002.99 DA

Contribution aux coûts permanents du système: 29.68 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

Client n°: 821510000024
 Facture n°: 073152606155198
 Référence: 073152606155198
 Montant: 18002.99

La présente facture est arrêtée à la somme de :
 Dix Huit Mille Deux Dinars Quatre Vingt Dix Neuf Centime(s)

AVIS : Un délai de paiement de 15 jours à dater de la réception de la présente facture vous est accordé. Passé ce délai, nous serons dans l'obligation d'entamer la procédure de suspension de la fourniture d'énergie.

Figure 03-04 : Analyse de la facture MT

1. Référence : 073152606155198

07: la wilaya.

315 : la commune.

26 : la tournée.

06155 : N° de contrat.

1 : round est fixé.

98 : la clé, chaque abonné avait une clé.

2. Numéro de la facture : 821510000024

82 : N° centre de Biskra.

15 : l'année

10 : le mois de facture.

000024 : numéro de la facture.

3. identification des informations de l'abonné : nom, prénom, adresse.

4. Numéro de contrat : 8296155

82 : N° centre de Biskra

9 : facture (MT).

6155 : N° de contrat.

5. les calculs du montant total facture :

a) pointe (Heur pointe) = nouveau index – ancien index + (P.E.C +P.A.V) Actif.

b) Hors pointe (Heur nuit + Heur Jour) = nouveau index – ancien index + (P.E.C +P.A)

Réactif

c) Montant Nuit (DA) = Heur nuit *prix unitaire.

d) Montant Jour (DA) = (Heur pointe + Heur Jour)* prix unitaire

e) Facteur de puissance = Réactive /Active

SONELGAZ fournit une concurrence de 50% de l'énergie réactive à l'énergie active

Consommée $\text{tg}\Phi=0.5$ la consommation du réactive donne lieu à :

Une majoration si le rapport : réactive /active >50% a un prix de 19.38 DA/kVa.

Une bonification si le rapport : réactive / active < 50% a un prix de 3.876 DA/kvrn.

Une opération nulle si le rapport : réactive / active = 50%

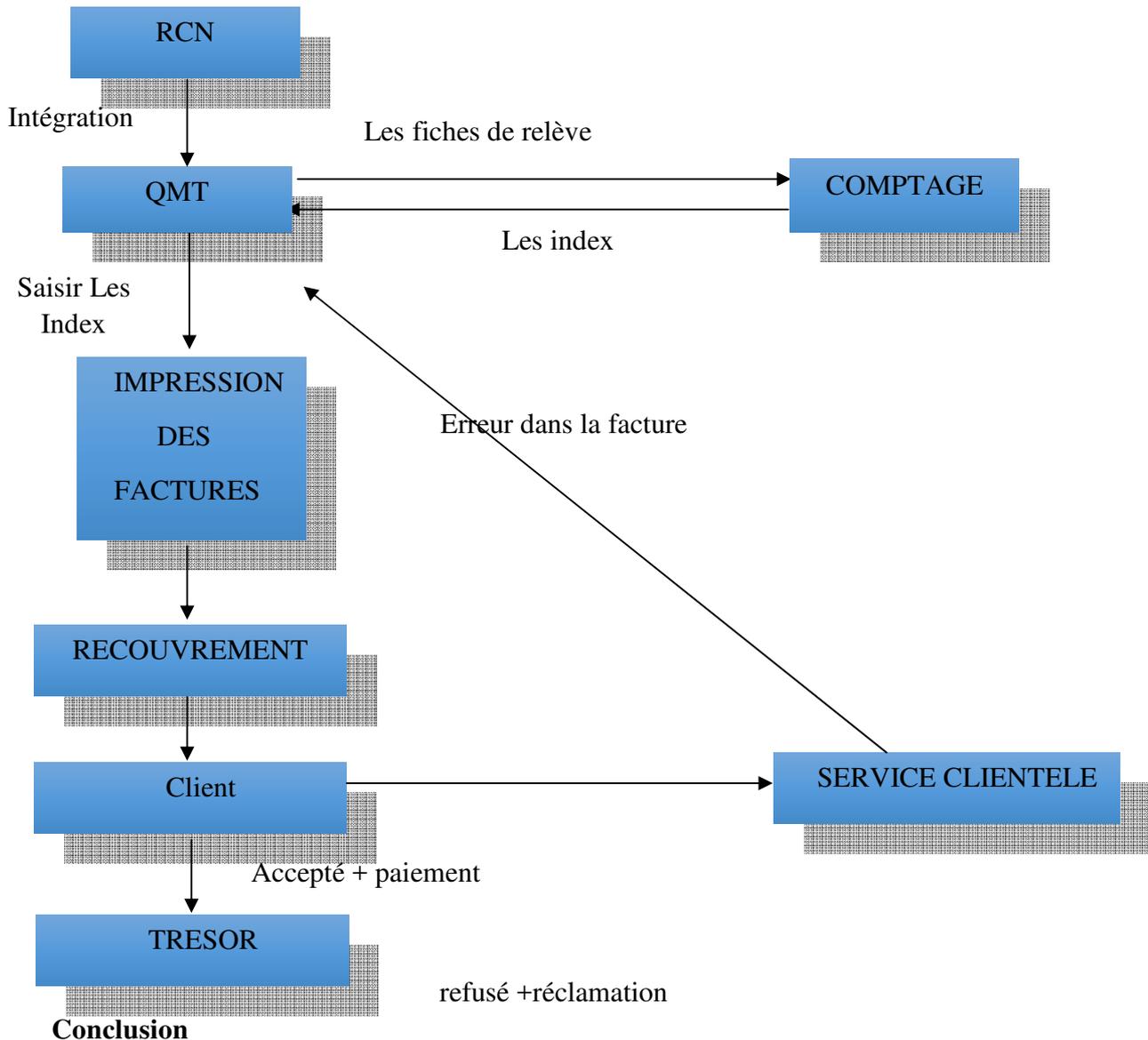
Montant du Facteur de puissance (DA) = réactive / active* 100* prix unitaire.

f) Montant PMD (puissance mise a disposition) (DA) = PMD * prix unitaire.

g) Montant PMA (puissance maximale atteinte) (DA) = IM * prix unitaire.

- h) Montant Hors Taxe = Montant Nuit+ Montant Jour+ Facteur de puissance+ Montant PMD+ Montant PM
- i) TVA énergie = Montant Hors Taxe *0,07.
- j) Montant soutien d'état = Montant Hors Taxe*0,1.
- k) Montant facture = (Montant Hors Taxe+ TVA énergie+ Montant Énergie hors taxe+ TVA prestation taux) - Montant soutien d'état.

Le cycle de la facturation :



Conclusion

A la fin de ce chapitre nous venons avoir la compétence de lire avec detail une facture MT et maitriser de l'abonnement d'un client des la premiers demande jusqu'au branchement , l'application de toutes les informations sera abordée dans le chapitre suivant.

Introduction

Dans ce chapitre on traite le niveau réel de consommation d'électricité dans l'usine et les moyens et les mesures à mettre en œuvre pour obtenir des gains par une gestion des consommations électrique de l'usine.

4.1. Description de l'alimentation électrique de l'usine

4.1.1. Etude du poste de transformation MT/BT

Le raccordement entre le réseau de distribution électrique local et l'usine est réalisée généralement par l'installation de trois principaux éléments :

- deux cellules d'arrivée
- sept cellule de protection qui renferme les fusibles à percussions
- sept transformateurs abaisseurs servent à transformer la moyenne tension de 630KVA (30 kV/400V)

Le terme «moyenne tension» est habituellement utilisé pour désigner des réseaux de distribution de tension supérieure à 30 kV et allant généralement jusqu'à 60 kV. L'exploitation de ce réseau nécessite un transformateur d'abaissement de la tension pour alimenter des réseaux BT

Transport et distribution

Cellule de protection et de comptage



Figure 04-01 : Cellule de protection et de comptage

TGBT



Figure 04 -02 :TGBT

Tr1(630kv)

Tr2 (630kv)

Tr3 (630kv)

Tr4 (630kv)

Tr5 (630kv)

Tr6 (630kv)

Tr7 (630kv)



Figure 04-03 : Transformateurs

Armoire secondaire



Figure 04-04 : Armoire Secondaire

4.1.2. Tableau général basse tension (TGBT)

L'armoire de distribution de type TGBT (Tableau Général Basse Tension) assure la fonction de distribution électrique alimentant les différents équipements de l'usine et pilote le démarrage ou l'arrêt des groupes électrogènes lorsqu'il détecte une absence ou présence de tension du réseau local en un temps très court grâce au système d'inverseurs normal/secours.

Le TGBT est composé de disjoncteurs de commande. Son exploitation et sa maintenance doivent être effectuées avec le minimum de perturbations pour les utilisateurs.

4.1.3. Alimentation secours

L'usine dispose deux groupes électrogènes qui servent à produire de l'électricité. Ils sont utilisés pour alimenter les installations sensibles en cas de coupure de la source électrique normale. Ces groupes sont constitués d'un moteur thermique, sa vitesse de rotation égale à 1500tr/min, fournissant une tension triphasée égale à 400v, de fréquence égale à 50Hz et de puissance égale à 650KVA. Il est constitué d'une partie mécanique formé par un moteur à combustion interne pour produire une énergie mécanique et une partie électrique présentée par un alternateur qui convertit cette énergie mécanique en une énergie électrique.

Le groupe électrogène doit être maintenu toujours à une température de plus que 40°C par des résistances chauffantes électriques, afin que le groupe soit fonctionnel au moment de la coupure du réseau d'alimentation.



Figure 04-05 :Groupes électrogènes

4.2. Evolution de la consommation d'énergies

Evolution de la consommation d'énergies est présentée sous formes des courbes. Ces courbes sont générés en utilisant le logiciel SATURNE qui est une solution de collecte de tout type de données de comptage : multi-constructeur, multi-fluide et multi-segment.

Ce logiciel est capable de prendre en charge diverses topologies de communication. Il est basé sur une architecture hautement évolutive et sécurisée.

SATURNE intègre une plate-forme dédiée qui génère des rapports de données complexes (statistiques journalières, événements de défauts de communication) pour couvrir les besoins commerciaux ou opérationnels.

Il intègre des mécanismes lui permettant de s'intégrer dans tous les systèmes d'entreprise, et en particulier de façon native avec IEE (MDM Itron).

AVANTAGES

- Télérèlevé de compteurs, (possibilité de relevé jusqu'à plusieurs millions de points de collecte)
- Analyse des données de comptage
- Gestion des alarmes



Figure 04-06 :L'interface du SATURNE

4.2.1. Puissance active importé

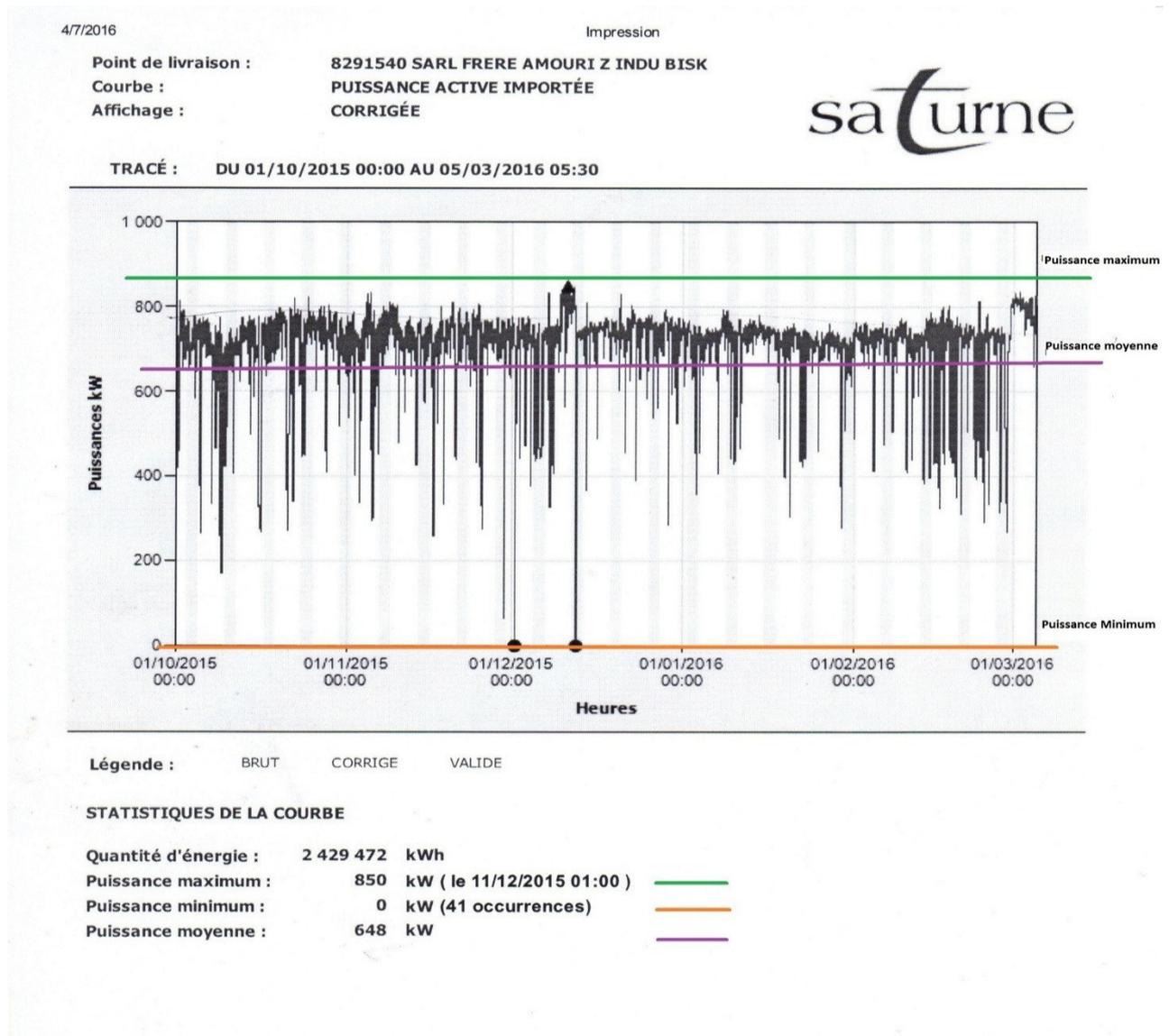


Figure 04-07 : Puissance active importée pendant 5 mois

La courbe illustrée par la figure 04.07 représente l'évolution de la consommation de la puissance active pendant la période 01/10/2015 au 05/03/2016 d'une façon générale, selon cette figure la puissance active consommée est au voisinage de 648 KW dans toute la période la consommation est équilibrée sauf on remarque une variation maximale de consommation plus de 800 KW cette variation est manifestée dans le mois de décembre. Cette maximisation à cause des travaux faites à l'extérieur de l'usine (Travaux de soudure) par opposition la consommation connaît une minimisation jusqu'au zéro en raison des pannes d'un équipement principal (Tapis).

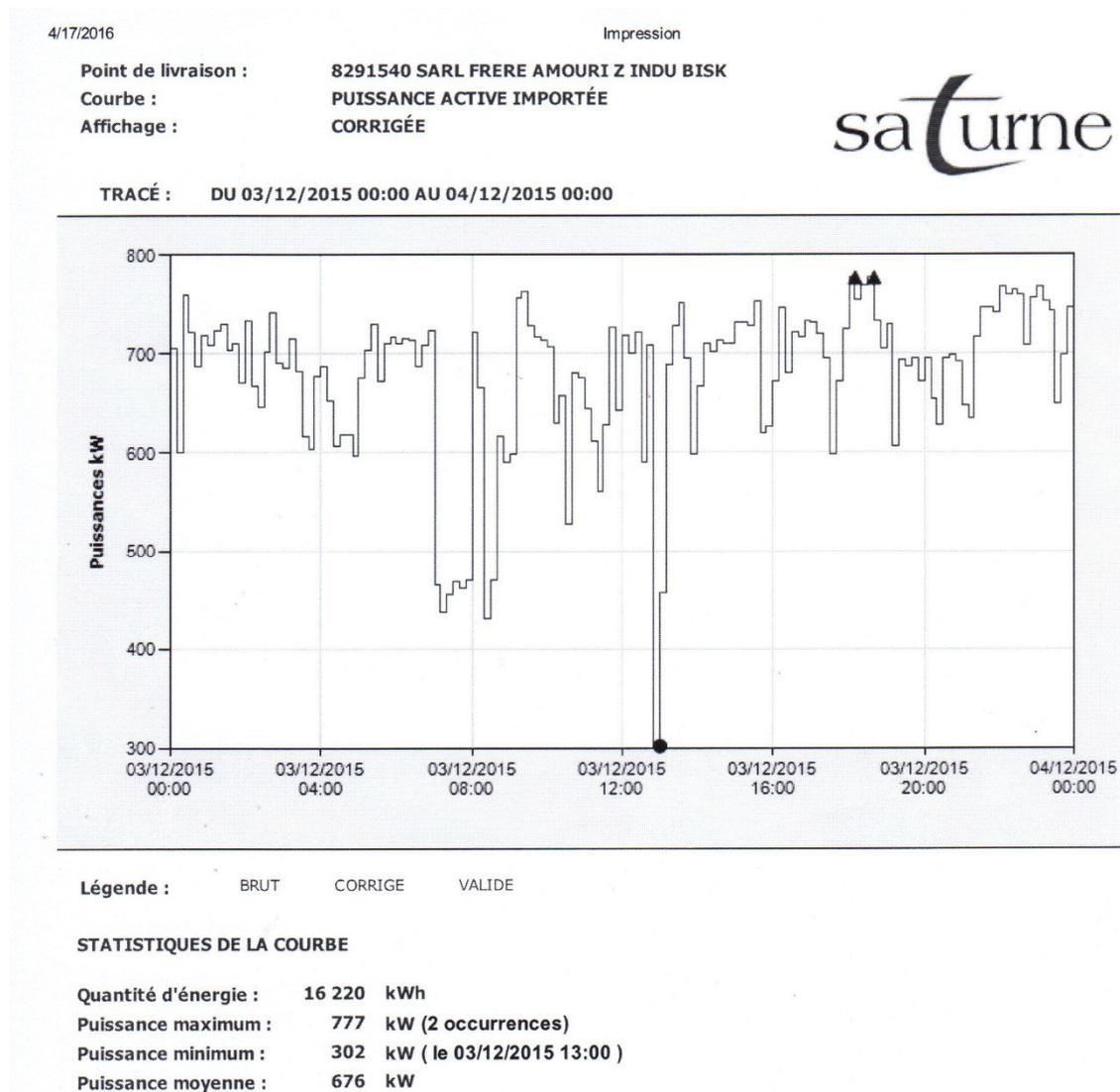


Figure 04-08: Puissance active pendant une journée

La courbe illustre par la figure 04.08 représente l'évolution de la consommation de la puissance active importée en 24 heures.

On remarque une minimisation à cause des travaux .

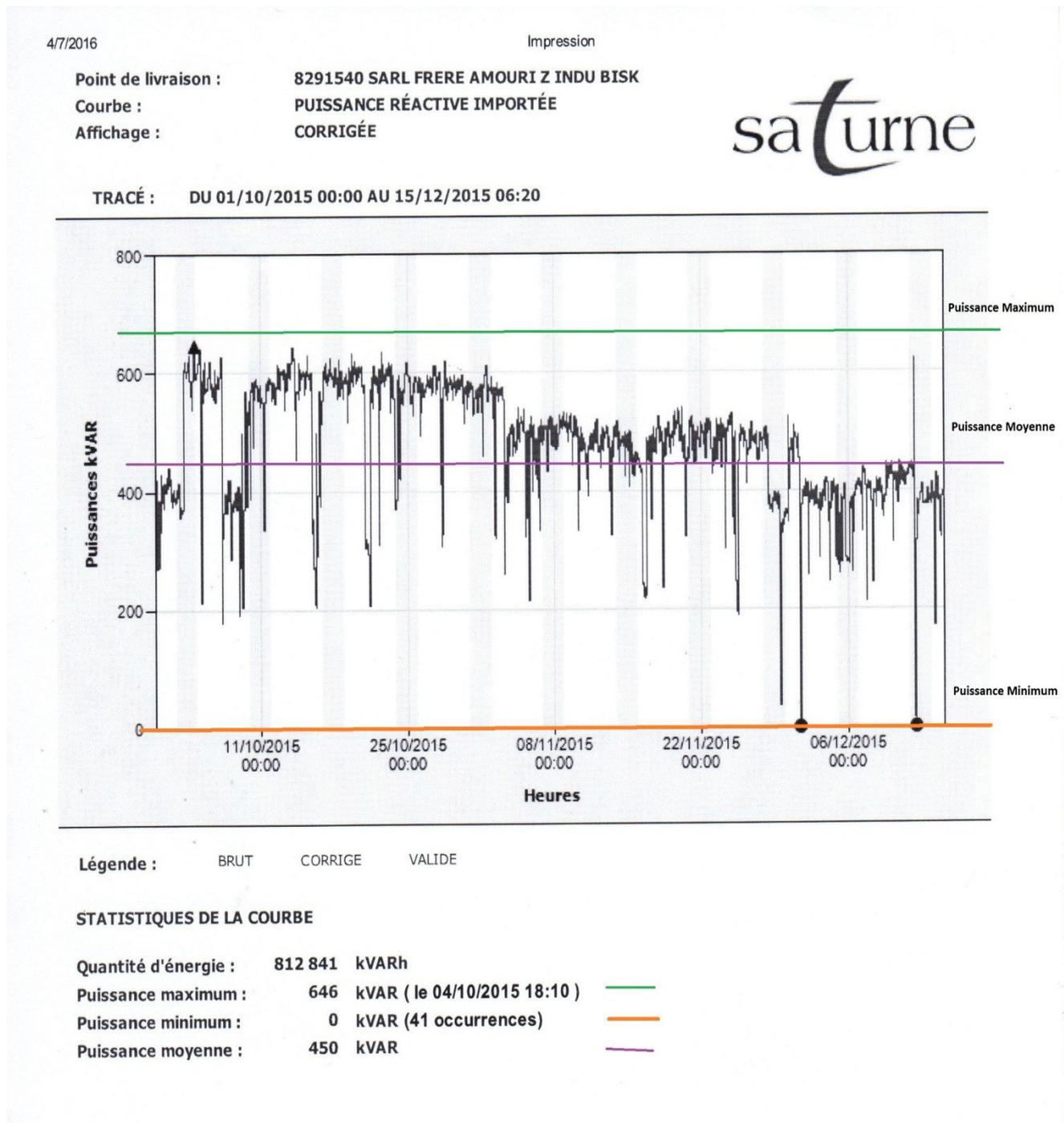


Figure 04-09 : Puissance réactive importé pendant deux mois

La courbe illustre par la figure 04.09 représente l'évolution de la consommation de la puissance réactive importe pendant la période de 28-09-2015 au 06-12-2015 .la variation de cette courbe selon le besoin d'équipement

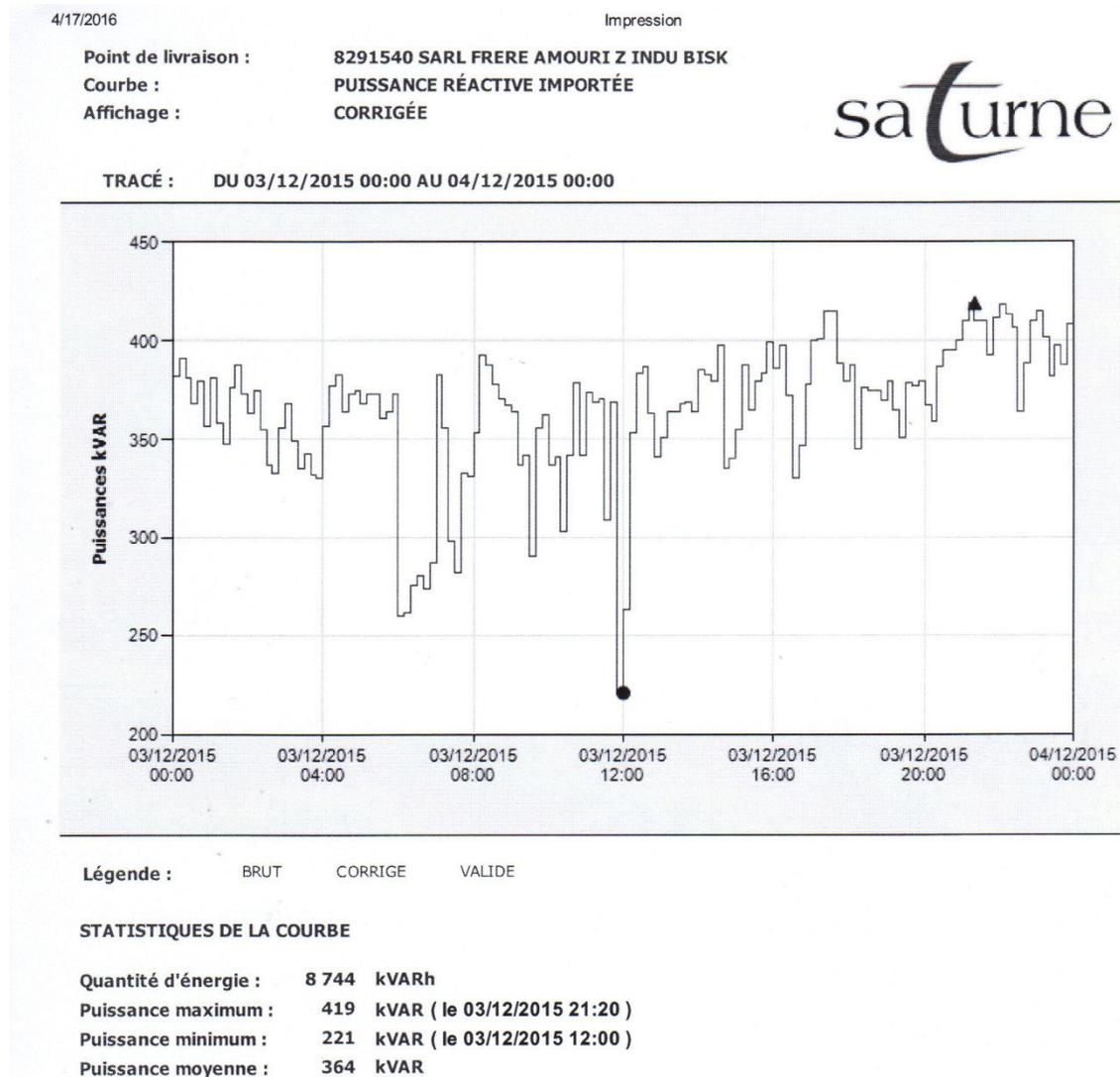


Figure 04-10 : Puissance réactive importé pendant une journée

La figure illustre l'évolution de la puissance réactive durant la journée de 03/12/2015 en 24 heures

On remarque que cette puissance varie selon le besoin instantané que de équipement de l'usine a l'exception de la consommation cette journée à 10 h du matin ou un tapie tombe empanne.

Donc, on peut constater qu'il ya similarité entre l'évolution de la puissance active et réactive ce qui prouve que la puissance réactive appelée dans la norme puissance réactive importé

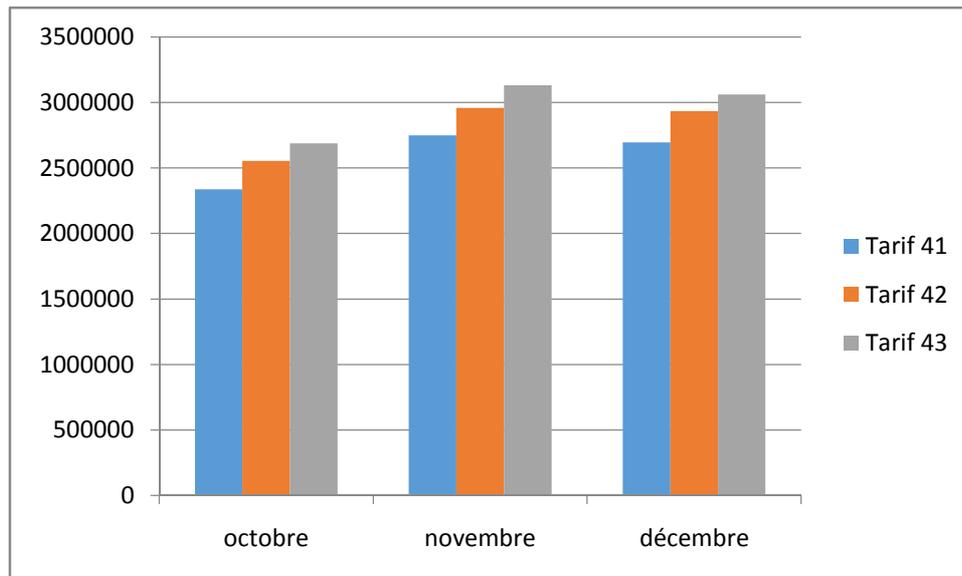


Figure 04-12 : Histogramme de la comparaison entre les tarifs

Selon l'histogramme le tarif E41 présente le coût minimal de la facture par rapport E42, E43 ce qui coïncide avec le choix de l'entreprise d'où on peut conclure que le choix de type tarification (E41) adopté par l'usine sujet d'étude est justifié.

4.4. Répartition de la consommation d'énergie

Tant que la période de pointe ou le KWH est très cher ne représente que 17.16% de la consommation totale alors cette répartition est bénéfique pour l'usine

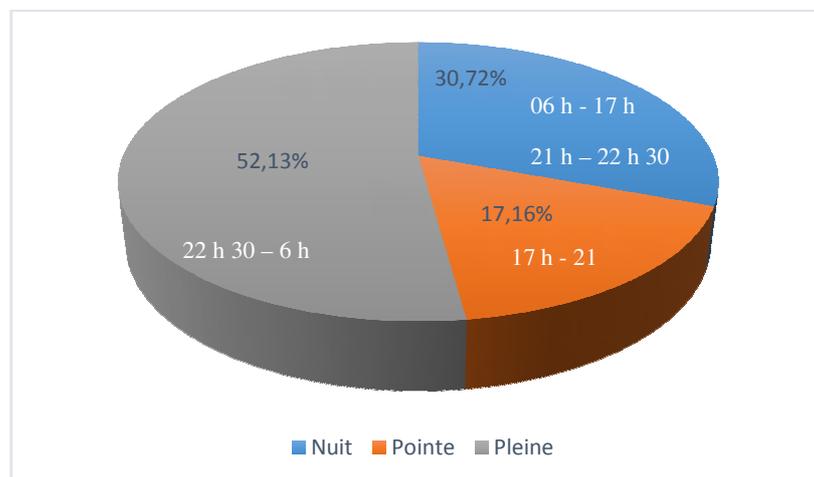


Figure 04-13 : La consommation

4.5. Adaptation de la PMD

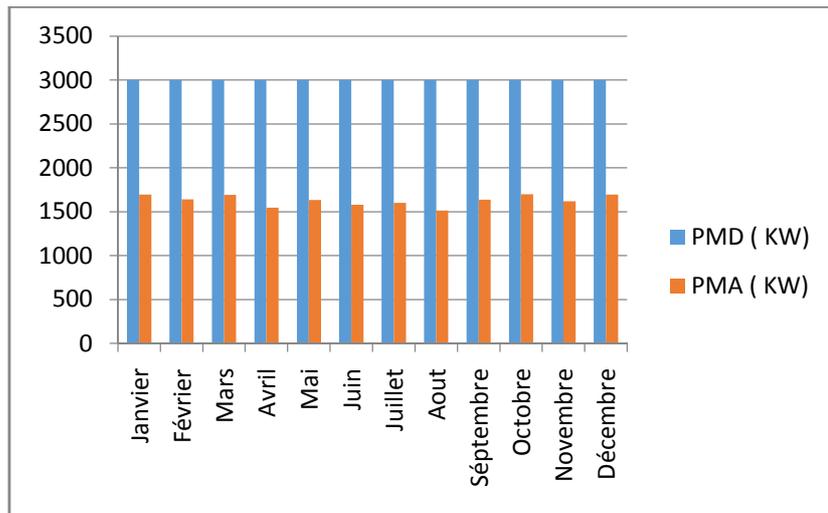


Figure 04-14 : Comparaison PMA PMD

La figure 04-13 montre clairement l’uniformité de la PMA au bout de la valeur 1700 KW on constate en plus que cette valeur est très inférieure à la PMD dans toute l’année.

A cet effet une réduction de la PMD de 3000 à 2000 KW est souhaitable ce qui donne un gain de 1000 KW par moi qui représente un gain annuel de 258480.00DA.

Avec le régime actuel de fonctionnement le client doit présenter une demande à la SONELGAZ pour la réduction de sa PMD de 3000 KW à 2000 KW

4.6. Amélioration de cos φ par compensation

4.6.1. Majoration de la puissance réactive

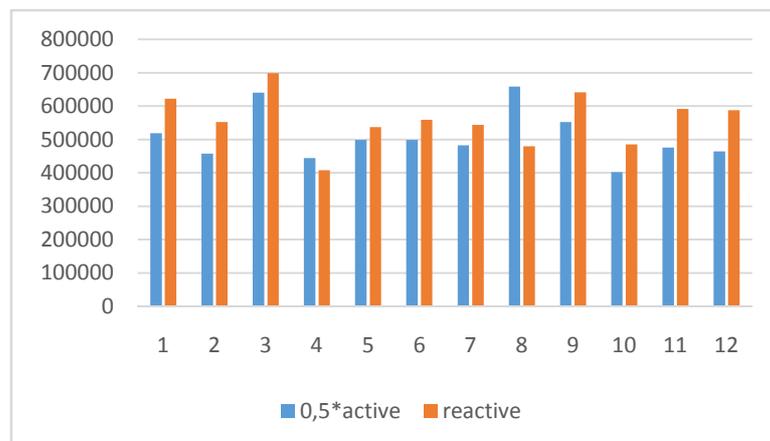


Figure 04-15 : comparaison entre Q et 50 P

La figure montre visiblement de dépassement de la puissance réactive tolérée par la SONELGAZ (50% P) ainsi la majoration se trouve dans tous les mois ce qui représente de charge supplémentaire pour l'usine

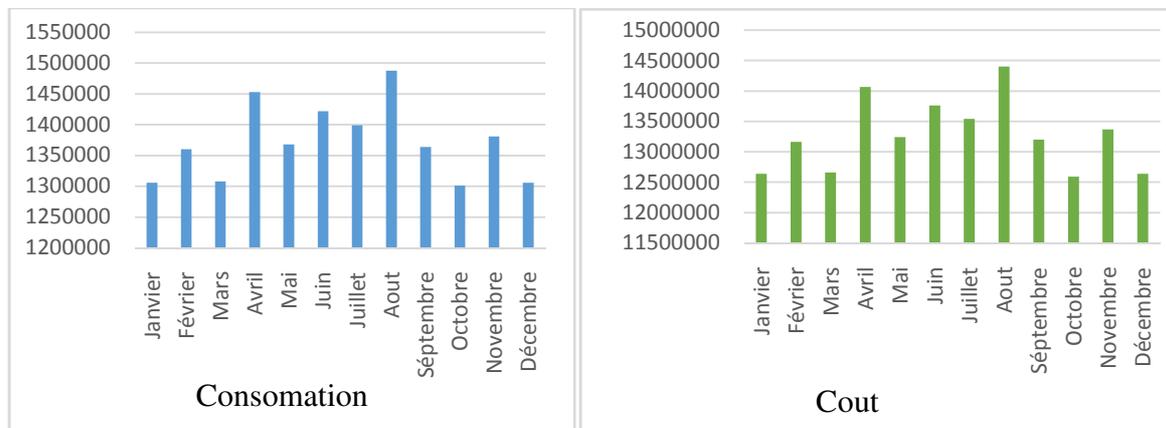


Figure 04-16 : Point de vue de consommations

D'après les résultats obtenus précédemment, nous pouvons affirmer que le dépassement de la consommation de la puissance réactive est très fréquent dans cette usine d'où le recours aux moyens de réduire cette puissance réactive devient inévitable.

4.6.2. Matériels utilisé

Pour faire la compensation il faut utiliser quelques matériels de mesure dans ce cas on a utilisé.

Fluke power quality analyzers

La mesure en détail de chaque cycle de puissance considéré lors de la mesure et l'exploitation, cette capacité est essentielle à la découverte de l'état de santé de notre système d'alimentation.

Chaque modèle est conçu pour répondre aux besoins de la tâche de mesure envisagée, avec les cotes de sécurité qui correspondent à votre environnement particulier. Accessoires disponibles assurent, en toute sécurité, les gardes de protection contre les niveaux de poussière et de l'humidité que vous êtes susceptible de rencontrer lors du déploiement de l'analyseur. Enfin, le logiciel d'application de chaque produit facilite le téléchargement, l'analyse et la communication des données de qualité de puissance aussi efficace que possible. [FLU 16]



Figure 04-17 : Fluke power quality analyzers

Trois transformateurs (TC TOR) :

Ce sont des transformateurs flexible pour la mesure ce qui donne une image de courant pour chaque phase traverse un TC Tor et on respecte le sens parce que plus important.



Figure 04- 18 : TC TOR

4.6.3. Stratégie de travail

4.6.3.1. Mesure les différents paramètres électriques

Avant de mesuré les différents paramètres on élever la charge à la maximum pour fait la mesure max de l'usine et on essaye régler le $\cos \varphi$ (0.96, 0.95) pour éviter la majoration.

Puissance et énergie				
FUND	L1	L2	L3	Total
kW	88.55	107.1	95.13	290.8
kVA	122.0	128.7	112.5	363.2
kVAR	83.93	71.37	60.01	215.3
PF	0.72	0.83	0.84	0.80
Cos ϕ	0.73	0.83	0.85	
A rms	528	557	488	
L1 L2 L3				
U rms	231.85	231.99	231.06	
17/03/16 10:06:49 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
PREV	BACK	NEXT	PRINT	USE

Puissance et énergie				
FUND	L1	L2	L3	Total
kW	74.98	83.92	72.45	231.4
kVA	79.19	85.18	73.23	237.6
kVAR	25.45	14.62	10.63	50.70
PF	0.93	0.97	0.97	0.96
Cos ϕ	0.95	0.99	0.99	
A rms	340	364	316	
L1 L2 L3				
U rms	237.42	237.90	237.00	
17/03/16 09:53:12 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
PREV	BACK	NEXT	PRINT	USE

Avant compensation

Après compensation

Figure 04-19: mesure des grandeurs électrique.

4.6.3.2. Mesure et description de l'état électrique

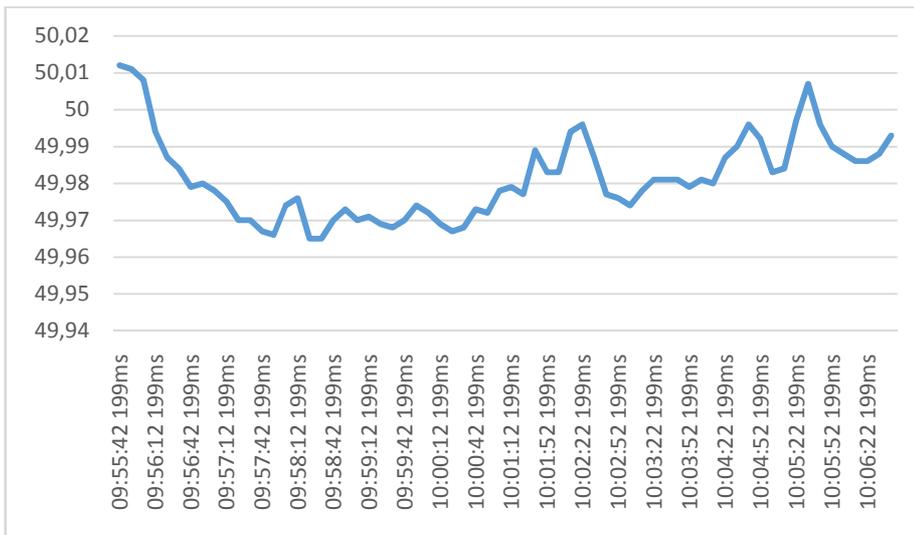


Figure 04-20 : Fréquence

Selon le spectre fréquentiel illustré par la figure04-20, il est visible que la fréquence de l'alimentation électrique est toujours dans les alentours à50 HZ ce qui présente un bon indice

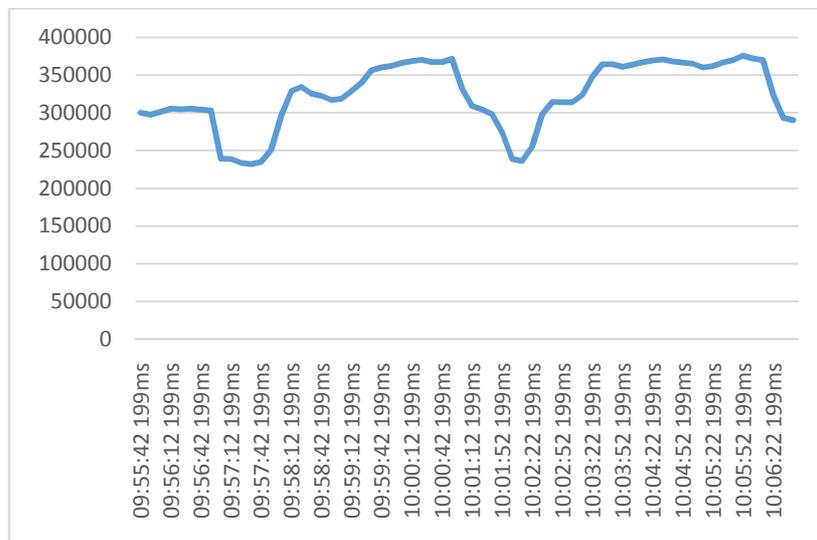


Figure 04-21:Puissance active total

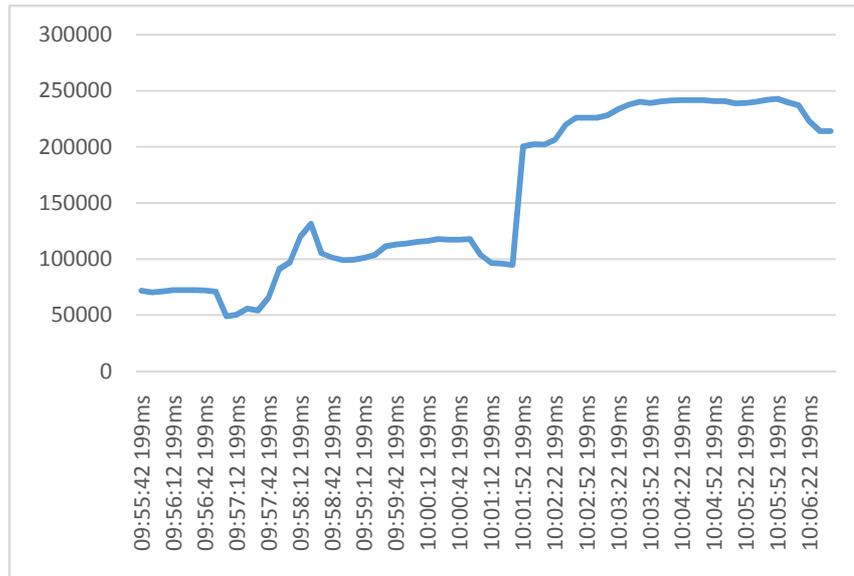


Figure 04-22 : Puissance Réactive Total

Quant en puissance active et réactive représentées successivement par les figures 4-22 et figure 4-23, on remarque une constance relative par rapport à la production de l’usine.

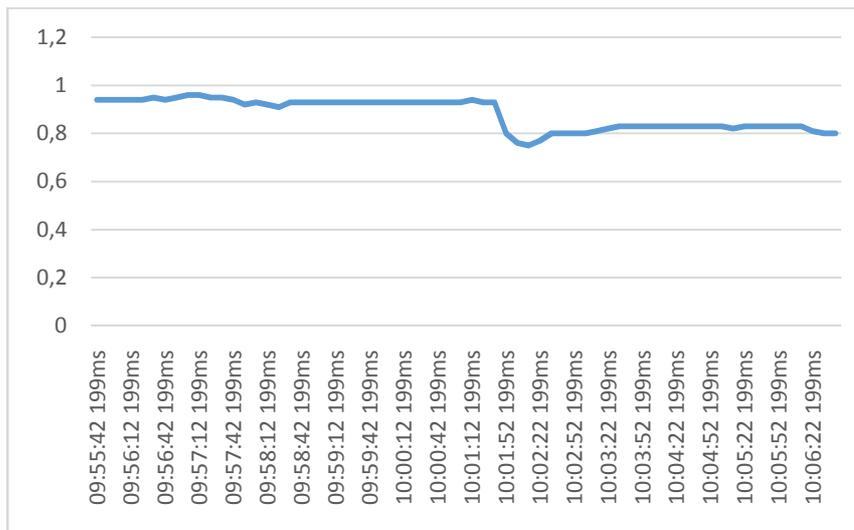


Figure 04-23: Facteur de puissance Total

Figure 4-23 représente l’effet des batteries sur le facteur de puissance entre 9:55:42 199 ms et 10:01:12 199 ms ,le facteur de puissance est stable et s’approche d’une certaine valeur de 0.96 .au de la 10:01:12 199 ms ,il décroît jusqu’à 0.78 (l’effet de commutation) ,entre 10:01:52 199 ms et 10:02:22 199 le facteur de puissance croît légèrement en se stabilisant à 0.8 après sa le facteur de puissance reste stable à la valeur de 0.8

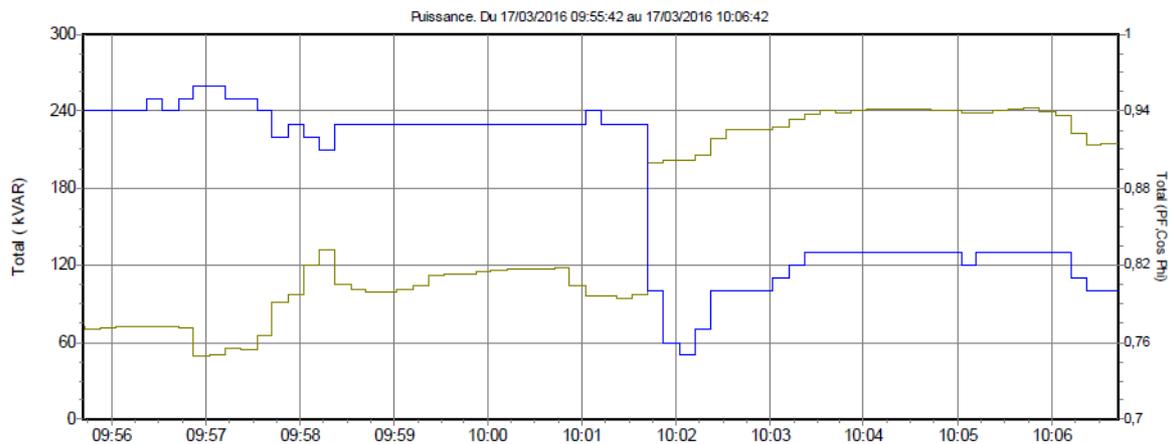


Figure 04-24 :l'effet des batteries de compensation

La figure 04-24 illustre l'évolution de la puissance réactive (en bleu) et le facteur de puissance $\cos \varphi$ (vert) en 10 minutes avant et après l'installation de batterie de compensation, on constate qu'après l'installation des condensations à 10.02 min le facteur de puissance a augmenté de 0.7 à 0.95 par contre la puissance réactive a diminué de 250 KVAR jusqu'à 80 KVAR

Ces variations sont dues à la puissance réactive fournie par le banc de condensation afin de compenser l'énergie réactive nécessaire au bon fonctionnement sous transité le réseau public de la SONELGAZ ce qui influe sur le facteur de puissance et par conséquent sur le facteur d'électricité et également sur la qualité de l'énergie électrique

A la fin de la mesure on a calculé les batteries importantes. dans les calculs on a utilisé les formules mathématiques. cette formule comme suit :

$$Q_c = PMA(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1) \quad (4.1)$$

$\cos \varphi_2$: C'est le facteur de puissance préféré généralement 0.96.

$\cos \varphi_1$: C'est le facteur de puissance mesuré.

A la fin de calcul Q_c on a choisi la batterie d'après les catégories suivantes

Q_c : 50, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350.

Dans ce cas $Q_c = 220$ KVAR et on a 7 transformateurs automatiquement

Etude cout

L'utilisation de 7 batteries de 225 KVAR est couteux par contre quant on fait une grande batterie avec $Q_c = Q_c \cdot 7 = 220.7 = 1540\text{KVAR}$ est moins chère. Alors, cette fait l'objet de réduire le taux de facturation avec une bénéficiassions annuels de 55 070 142.52 DA.

Alors pendant dix ans (durée de vie de batterie) l'usine sera bénéficier 550 701 425.2

Remarque : l'emplacement des préférer à moins distance pour minimiser les chutes.

Après cette étude les FACTS présentent la meilleur solution pour la car et offrent au système l'apportinuité d'injecter ou absorber la puissance réactive nécessaire au réseau d'une façon instantanée mais vu leur cout très élevée. Cette variante est écartée

4.7. Réduire les consommations des équipements

L'abonné s'engage à limiter les puissances appelées par son installation, aux valeurs indiquées aux dispositions particulières. Les premières mesures pour réduire les consommations consistent à :

- Améliorer l'efficacité énergétique des appareils
- Programmer la marche aux moments utiles grâce aux automatismes
- Les programmeurs horaires permettent l'arrêt automatique du fonctionnement des installations ou l'abaissement de leur niveau de marche durant certaines périodes de la journée
- Remplacer les anciens équipements par des matériels plus performants, ayant un meilleur rendement ou une efficacité supérieure.
- Entretien mécanique pour éviter le problème des chutes dans les câbles

4.8. Réduire les consommations pendant les plages tarifaires aux coûts de l'énergie élevée

Pour adapter les consommations aux plages tarifaires, les interventions majeures sont les suivantes :

- Interdire ou réduire le fonctionnement de certains appareils pendant les heures de pointes
- Installer des délesteurs commandés par des signaux de l'horloge tarifaire (Ils permettent l'arrêt automatique du fonctionnement des installations ou l'abaissement de leur consigne de marche durant certaines périodes de la journée).

4.9. Amélioration par variateurs de la vitesse

Un variateur de vitesse est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels.

Ils peuvent contribuer grandement à réduire les coûts d'électricité, et ce, de plusieurs façons :

- démarrage progressif des moteurs réduisant les chutes de tension dans le réseau et limitant les courants de démarrage ;
- amélioration du facteur de puissance ;
- prolongement de la durée de service du matériel entraîné ;
- diminution de la consommation d'électricité.
- Baisser le stress mécanique.

Conclusion

L'amélioration des économies d'énergie suppose de faire les bons choix à plusieurs niveaux. En effet les économies sont en fonction de choisir le contrat d'abonnement, les matériaux les équipements tout sa pour faire une bonne amélioration de la facture

Le cout de l'énergie et l'électricité en particulier est devenu actuellement un fondeau pour les entreprises.

A l'instar de ces entreprises, les industriels algériens n'échappent pas à cette règle d'où la nécessité vitale de réduire la facture d'électricité par tous les moyens possibles.

Le thème de cette étude vient dans ce sens prenant comme exemple d'étude la briqueterie d'Amouri (SZT) Biskra

Dans cette étude, nous avons commencé par une description de l'usine en s'intéressant essentiellement a l'unité de production sa capacité de production, son schéma électrique.

Dans la deuxième étape, nous avons diagnostiqué les facteurs d'électricité de dernières années où nous avons remarqué une constance de consommation de la puissance active et réactive.

Plusieurs solutions on été proposé par la suite :

- Réduire la puissance réactive pour éviter la majoration et bénéficier de la bonification un système de compensation à été essayé avec le groupe de Schneider (Mesure et étude)
- Changement de la valeur de la PMD en hausse pour éviter la pénalité du dépassement du PMD (Puissance mise dispositif)
- Installation de variateurs de vitesse afin de réduire le courant de démarrage si important.

L'entretien des équipements électriques afin d'assurer un bon fonctionnement et une bonne qualité d'énergie plusieurs logiciels on été exploité « SATURN, MATLAB, EXCEL » avec la coopération des services de la SONELGAZ .nous souhaitons que notre étude va contribuer à renforcer les liaisons université –industrie et à été bénéfique pour l'usine.

- [**ABD 09**] Abdelaàli ALIBI, 'Contrôle des Réseaux Electriques par les Systèmes FACTS: (Flexible AC Transmission Systems)' Magister de l'Université de Batna 2009.
- [**CRE 16**] www.creg.gov.dz 'La commission de Régulation de l'Electricité et du GAZ (CREG) ' consulté le 21/02/2016 à 21 :10
- [**DOE 14**] Document SONELGAZ
- [**DUN 14**] ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie) 'le comptage de l'énergie ', Amélioration de la performance énergétique dans l'industrie. Edition 2014
- [**MAH 10**] B. Mahdad, Optimal Power Flow with Consideration of FACTS devices Using Genetic Algorithm: Application to the Algerian Network, *Doctorat Thesis, Biskra University Algeria*, 2010.
- [**MAN 07**] Mancer N, Aggouni Y' modélisation et integration des dispositifs de compensation dynamique FACT', Mémoire de l'ingénieur d'état Juin 2007
- [**MAR 09**] Martin Hennebel, 'valorisation des services système sur un réseau de transport d'électricité en environnement concurrentiel thèse de doctorat de l'université paris 11 2009
- [**NAB 12**] Nabil MENACER , 'contribution a l'optimisation de la puissance reactive en presence de dispositifs de compensation dynamique FACTS' université Mohamed khider Biskra, mémoire magister 2012
- [**NOU 12**] Noui Issam, 'Réduction des pertes dans les réseaux électriques par la compensation' Master de l'université Biskra 2012
- [**OUS 12**] Oussama Mammeri 'DIFFERENTES METHODES DE CALCUL DE LA PUISSANCE REACTIVE DANS UNE NOEUD A CHARGE NON LINEAIRE EN PRESENCE D'UN SYSTEME DE COMPENSATION DE L'ENERGIE' Université de Batna 2012
- [**PAD 07**] K. R. Padiyar . 'FACTS controllers in power transmission and distribution ', New age international publishers, 2007.
- [**SCH 06**] www.schneider-electric.com/fr/fr. Site officiel du groupe industriel européen en 2006 le 'magazine Schneider Electric de l'enseignement technologique et professionnel' consulté le 06/02/2016 à 10 :30.
- [**SON 08**] Document SONELGAZ
- [**ZEI 13**] Zeineould M^{ed} Mahmoud 'Planification de la puissance réactive avec l'intégration des dispositifs FACTS' Juin 2013

Rapport de stage

L'université de Biskra offre l'occasion a ses étudiants de la fin d'études pour effectuer un stage industriel d'une durée trois moi dans une entreprise, ce stage constitue un complément indispensable a nos formation, nous donne la possibilité de mettre au point et de tester nos faculté j'ai effectué mon stage de 01/02/2016 a 30/04/2016 au sein de la briqueterie « Amouri » et en parallèle a SONELGAZ Biskra

Ce stage m'a permis d'avoir des contacts très enrichissants avec le personnel travaillant qui malgré les exigences est prête avec beaucoup d'enthousiasme à la réussite de mon stage en m'intégrant et en mettant ma disposition les informations nécessaires a la rédaction de mon rapport.

Cette mémoire a consacré mes premiers contacts avec le monde de l'entreprise, je retiendrai qu'il existe une différence fondamentale entre le monde universitaire et la vie professionnelle et que la motivation et le savoir faire sont deux éléments déterminant dans l'épanouissement de l'individu au sein de l'entreprise.

A la fin de ce stage, plusieurs compétences ont été acquises :

- Comment analyser une facture de moyenne tension.
- Découvrir le système tarifaire.
- Etude réel de la consommation énergétique.
- Comment fais des solutions pour améliorer la facture d'électricité
- Première immersion dans le monde du travail

TABLEAU DES VALEURS NORMALISEES DE LA PMD (en kW)

50	2 500	30 000
80	3 000	35 000
120	3 500	40 000
200	4 500	45 000
320	5 000	50 000
500	7 500	60 000
750	10 000	70 000
1 000	15 000	80 000
1 500	20 000	90 000
2 000	25 000	100 000

Tarifs	Périodes Tarifaires	
41	Pointe	Heures Pleines Heures Creuses
42	Pointe	Hors Pointe = Heures Pleines + Heures Creuses
43	Jour = Pointe + Heures Pleines Nuit	
44	Unique = Pointe + Heures Pleines + Heures Creuses	

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux électriques

Réf:.....

**Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:**

MASTER

Thème

**Amélioration de la facture d'électricité au
niveau de la briqueterie «AMOURI SZT»**

BISKRA

Présenté par :
BENABDALLAH Salah Eddine
Soutenu le : 01 Juin 2016

Devant le jury composé de :

Mr ROUINA Abdelhafid

M.C.B

Président

Mr NAIMI Djemai

M.C.A

Encadreur

Mr SAADI Ramzi

M.A.B

Examineur

Année universitaire : 2015 / 2016

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux électriques

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme:

MASTER

Thème

**Amélioration de la facture d'électricité au
niveau de la briqueterie «AMOURI SZT»**

BISKRA

Présenté par :

BENABDALLAH Salah Eddine

Avis favorable de l'encadreur :

Dr. NAIMI Djemai

signature

Avis favorable du Président du Jury

ROUINA Abdelhafid

Signature

Cachet et signature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique
Filière : Electrotechnique
Option : Réseaux électriques

Thème :

Amélioration de la facture d'électricité au niveau de la briqueterie «AMOURI SZT» BISKRA

Proposé et Dirigé par : Dr. NAIMI Djemai

RESUME

L'objectif principal de cette étude est de réduire le cout de l'électricité pour la briqueterie Amouri avec un diagnostic des factures de l'électricité .On révèle des défaillances concernant le choix inutile de la P.M.D et des majorations importantes de la puissance réactive. Plusieurs solutions ont été proposées et étudiées économisant des sommes importantes à la SONELGAZ et assurant une bonne qualité d'énergie électrique. Pour mener cette étude, deux stages ont été réalisés au niveau de la SONELGAZ et la briqueterie où plusieurs logiciels ont été exploités (MATLAB, Excel).

Mots clés : Coût de l'électricité, facture d'électricité, puissance réactive, briqueterie Amouri, quantité de l'énergie.

Le mémoire contient par ordre d'apparition:

- Dédicaces
- Remerciements
- Liste des Tableaux
- Liste des Figures
- Liste des abréviations
- Résumés (bilingue)

Sommaire :

- * Introduction générale
- * Chapitre 1, 2, 3...
(Chaque chapitre commence par une Introduction et se termine par une conclusion)
- * Conclusion générale et perspectives
- * Bibliographie
- * Annexe

Type d'écriture:

- Times new Roman 12
- Les titres en Gras
- Interligne 1.5
- Formules et Figures sont numérotées par chapitre :
exp. Fig. n°Chap. n°figure (Fig. I.1) ou (Equ. I.1)

Remarques :

- Eviter le glaçage de la page de garde.
- Respecter le contenu par ordre d'apparition.
- Ecrire les résumés bilingues dans une seule page...

- عدم تجليد الصفحة الأولى
- احترام المحتوى المذكور أعلاه
- كتابة ملخص للمذكرة باللغتين
(العربية والفرنسية) و في صفحة واحدة... الخ