



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Electrotechnique
Réseau électrique

Réf. :

Présenté et soutenu par :
HAMOUDI Mohamed Walid
KETTACHE Fayçal

Le : mercredi 9 septembre 2020

Amélioration de la facturation en électricité de la cimenterie CILAS de Biskra

Jury :

Dr. SAADI Ramzi	MAA	Université de Biskra	Président
Dr. NAIMI Djemai	MCA	Université de Biskra	Encadreur
Mme. TKOUTI Nacira	MCB	Université de Biskra	Examineur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث 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 : RESEAU ELECTRIQUE

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

MASTER

Thème

**Amélioration de la facturation en électricité de la
cimenterie CILAS de Biskra**

Présenté par :

HAMOUDI Mohamed Walid

KETTACHE Fayçal

Avis favorable de l'encadreur :

Dr. NAIMI Djemai

Avis favorable du Président du Jury

Dr. SAADI Ramzi

Cachet et signature

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث 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 :RESEAU ELECTRIQUE

Thème :

Amélioration de la facturation en électricité de la cimenterie CILAS de Biskra

Dirigé et proposé par : Dr. NAIMI Djemai

RESUMES (Arabe, Français et English)

مذكرة نهاية السنة تدخل في إطار الترشيد و مراقبة استهلاك الطاقة الكهربائية (الطاقة الفعالة و الغير فعالة) في مصنع الإسمنت CILAS بسكرة ، والهدف الدقيق لعلنا هو تحسين فاتورة الكهرباء عن طريق تنظيم استهلاك الطاقة الكهربائية و تعويض الطاقة الغير فعالة ،حيث تمحورت مهمتنا في جمع المعلومات المرتبطة بالشبكة الكهربائية للمصنع ،تحليل فواتير الكهرباء(2019) ،تحليل منحى الحمل اليومي و معالجة المعلومات التي تم جمعها ،حيث مكنتنا النتائج المحصل عليها من تحسين فواتير الكهرباء من خلال اقتراح العديد من الحلول التقنية و الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية : فواتير الكهرباء ، مصنع الإسمنت CILAS ، الطاقة الكهربائية ، الطاقة الغير فعالة ، الحمل اليومي

Le mémorandum de fin d'année s'inscrit dans le cadre de la rationalisation et du suivi de la consommation d'énergie électrique (énergie active et énergie réactive) dans la cimenterie CILAS à Biskra, et l'objectif précis de nos travaux est d'améliorer la facture d'électricité en régulant l'énergie électrique consommation et compenser l'énergie réactive, car notre mission s'est concentrée sur la collecte d'informations liées au réseau électrique de l'usine, l'analyse des factures d'électricité (2019), l'analyse de la courbe de charge quotidienne et le traitement des informations collectées, car les résultats obtenus nous ont permis d'améliorer les factures d'électricité en proposant de nombreuses solutions techniques et économiques.

Mots clés: factures d'électricité, cimenterie CILAS, énergie électrique, énergie réactive, charge quotidienne

The end-of-year memorandum is part of the rationalization and monitoring of electrical energy consumption (active energy and reactive energy) in the CILAS cement factory in Biskra, and the precise goal of our work is to improve the electricity bill by regulating electrical energy consumption and compensating for reactive energy, as our mission focused on gathering information Associated with the factory's electrical network, electricity bills analysis (2019), daily load curve analysis and processing of the collected information, as the obtained results enabled us to improve electricity bills by proposing many technical and economic solutions.

Key words: electricity bills, cement plant CILAS, electric power, reactive energy , daily load end of studies thesis

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

-  *A mon père, à ma mère*
-  *A mon frère et mes sœurs*
-  *A tous mes amis (es)*
-  *A tous mes maîtres et professeurs : du primaire au supérieur*
-  *A tous ceux qui ont contribué au développement des sciences en général et de l'électrotechnique en particulier.*

KHETTACHE Fayçal

Je dédie ce travail à

-  *Mes très chers parents,*
-  *Mes très chères sœurs,*
-  *Mes très chers frères,*
-  *Tous mes amis, collègues d'études et à tous ceux qui me sont chers.*
-  *A tous ceux qui ont contribué au développement des sciences en général et de l'électrotechnique en particulier.*

HAMOUDI Mohamed Walid

Remerciements

Nous Remercions Tout D'abord ALLAH Le Tout Puissant De nous avoir Donné La Santé Et
Le Courage Afin d'atteindre notre Objectif

Au terme de ce travail, nous tiens à témoigner ma profonde reconnaissance et mes vifs
remerciements à mes Encadreurs M. NAIMI Djemai pour m'avoir encadré mon projet de fin
d'études et de m'avoir conseillé.

Mes remerciements vont également aux membres de jury : M. SAADI Ramzi et Mme.
TKOUTI Nacira d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie chaleureusement les ingénieurs de la cimenterie CILAS et plus particulièrement

Mr. GUONIDI Seifeddine qui m'a aidé durant mon stage pour compléter cette thèse.

Enfin, j'exprime mes sincères remerciements à mes parents, tout l'ensemble de ma famille,
pour leur soutien et leur encouragement tout au long de cette période.

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : les performances de poste d'arrivé	12
Tableau 1.2 : performances de transformateur d'expédition.....	15
Tableau 1.3 : performances des moteurs (départ 1).....	16
Tableau 1.4 : performances des transformateurs (départ 1).....	16
Tableau 1.5 : performances de transformateur (départ 5).....	17
Tableau 1.6 : performances des moteurs (départ 5).....	18
Tableau 1.7 : performances de transformateur (départ 5).....	18
Tableau 1.8 : performances de transformateur utilité.....	18
Tableau 1.9 : performances de transformateur éclairage.....	19
Tableau 1. 10: performances de moteur (départ 8).....	20
Tableau 1.11 : performances des transformateurs (départ 8).....	20
Tableau 1.12: performances des moteurs (départ 9).....	21
Tableau 1.13 : performances de transformateur (départ 9).....	21
Tableau 1.14: performances des moteurs (départ 10).....	22
Tableau 1 .15 : performances de transformateur (départ 10).....	22
Tableau 1.16 : performances de transformateur matière primaire.....	22
Tableau 2.1 : Valeurs normalisées de la PMD (en KW).....	27
Tableau 2.2 : Périodes tarifaires.....	27
Tableau 2.3 : Domaine de tension et Tarifs.....	28
Tableau 2.4 : tarifs applicables aux clients Moyenne tension.....	28
Tableau 2.5 : tarifs applicables aux clients hauts tension.....	29
Tableau 3.1: cout de la bonification d'énergie réactive.....	51
Tableau 3.2 : Avantages et inconvénients de la localisation.....	57

Liste des figures

Figure 1.1 : localisation des différentes usines du groupe Lafarge.....	1
Figure 1.2 : CILAS (Lafarge ciment de Biskra).....	2
Figure 1.3 : Organigramme Générale de l'usine	3
Figure 1.4 : la carrière.....	4
Figure 1.5 : Concassage et transport de la matière.....	5
Figure 1.6 : la pré-homogénéisation.....	5
Figure 1.7 : broyage cru.....	6
Figure 1.8: Four rotatif	7
Figure 1.9 : Le refroidissement.....	8
Figure 1.10 : silo de stockage	8
Figure 1.11 : Le broyage du ciment.....	9
Figure 1.12 : expédition du ciment.....	10
Figure 1.13 : Etapes des procédés de fabrication du ciment	10
Figure 1.14 : Organigramme de schéma électrique global de Cilas Lafarge Biskra...11	
Figure 1.15 : postes d'arrivée	12
Figure 1.16 : plaque signalétique.....	13
Figure 1.17 : Schéma unifilaire de poste d'arrivé.....	14
Figure 1.18 : Transformateur d'expédition.....	15
Figure 1.19 : Sous-station broyeur ciment.....	16
Figure 1.20 : Transformateur auxiliaire.....	17
Figure 1.21 : Sous-station concasseur calcaire.....17	
Figure 1.22 : Transformateur utilité	18
Figure 1.23 : Schéma unifilaire de Transformateur d'éclairage.....	19
Figure 1.24 : Schéma unifilaire de Sous-station aval four.....	19
Figure 1.25 : Schéma unifilaire de Sous-station amont four.....	20

Figure 1.26: Schéma unifilaire de Sous-station broyeur cru.....	21
Figure 1.27 : Schéma unifilaire de Transformateur matière primaire.....	22
Figure 2.1 : Composants de la formule tarifaire.....	25
Figure 2.2 : courbe de charge quotidienne (MT)	29
Figure 2.3 : courbe de charge quotidienne (HTB), consulté le 22/2/2020.....	30
Figure 2.4 : profile de la consommation électrique durant les heures pleines.....	30
Figure 2.5 : profile de la consommation électrique durant les heures pointe.....	31
Figure 2.6 : profile de la consommation électrique durant les heures creuses.....	31
Figure 2.7 : Comptage quatre quadrants.....	32
Figure 2.8 : mise en place d'un plan de comptage.....	33
Figure 2.9 : Compteur classique.....	34
Figure 2.10 : Comptage Electronique.....	35
Figure 2.11: compteur intelligent.....	35
Figure 2.12: Comptage de type A.....	36
Figure 2.13 : Comptage de type B.....	36
Figure 2.14 : Comptage de type C.....	37
Figure 2.15 : compteur ITRON SL7000.....	37
Figure 2.16 : facture MT.....	39
Figure 2.17 :Facture Haute Tension (l'usine cilas).....	42
Figure 2.18 : Annexe de la Facture Haute Tension (l'usine cilas).....	43
Figure 3.1: Organigramme stratégie de stage.....	46
Figure 3.2: Facture avec tarif E31 [DA].....	47
Figure 3.3 : Histogramme de la comparaison entre les deux tarifs	47
Figure 3.4 : Histogramme de l'analyse énergie active consommée.....	48
Figure 3.5 : pourcentage de consommation.....	48
Figure 3.6 : Histogramme de l'analyse PMD / PMA.....	49
Figure 3.7 : Consommation énergétique pendant une année.....	50

Figure 3.8: Histogramme de comparaison entre l'énergie active et réactive.....	50
Figure 3.9: histogramme de la bonification d'énergie réactive.....	51
Figure 3.10: histogramme du Coût de bonification d'énergie réactive.....	51
Figure 3.11 Graphique de coût pendant l'année 2019.....	52
Figure 3.12 : Bilan des Puissances.....	53
Figure 3.13 : Composition vectorielle des puissances actif, réactif et apparent.....	54
Figure 3.14 : Les principes de compensation.....	56
Figure 3.15 : compensation fix.....	58
Figure 3.16 : Automatique compensation.....	58

Liste des abréviations et symboles

Abréviations

TDE	Tube Dust Extractor (Extracteur de poussière de tube)
ar	Arrivé
TF	Transformateur
TF1	Transformateur d'expédition
TF2	Transformateur Ajouts Ciment
TF3	Transformateur Broyeur Ciment
TF4	Transformateur Auxiliaire
TF5	Transformateur Concasseur
TF6	Transformateur Utilité
TF7	Transformateur Eclairage
TF8	Transformateur Aval Four
TF9	Transformateur Ventilateur Refroidisseur
TF10	Transformateur Amont Four
TF11	Transformateur Broyeur Cru
TF12	Transformateur Concasseur Calcaire
MT	Moteur
MT1	Moteur #1 Broyeur Ciment
MT2	Moteur #2 Broyeur Ciment
MT3	Moteur #3 Broyeur Ciment
MT4	Moteur #4 Broyeur Ciment
MT5	Moteur #5 Broyeur Ciment
MT6	Moteur (Ventilateur Broyeur Ciment)
MT7	Moteur (Séparateur Broyeur Ciment)
MT8	Moteur #1 Concasseur Calcaire

MT9	Moteur #2 Concasseur Calcaire
MT10	Moteur (Ventilateur Exhaure Refroidisseur)
MT11	Moteur #1 Four
MT12	Moteur #2 Four
MT13	Moteur (Ventilateur Tirage Four)
MT14	Moteur (Ventilateur Finale Four)
MT15	Moteur (Broyeur Cru)
MT16	Moteur (Ventilateur Broyeur Cru)
MT17	Moteur (Séparateur Broyeur Cru)
RCN	Raccordement Clientèle Nouvelle
BT	Basse tension
MT	Moyenne tension
HT	Haute Tension
PMD	La puissance Mise à Disposition
PMA	La Puissance Maximum Appelée
SDC	Société de Distribution d'électricité et de gaz
TC	Transformateur de Courant
QC	Puissance réactive de condensateur

Symboles

FB	Facteur de puissance
P	Puissance active
Q	Puissance réactive
S	Puissance apparente
C	La capacité
φ	Angle de déphasage
ω	La pulsation

P_C Puissance mise à disposition du client et qu'il peut appeler suivant ses besoins elle est exprimée en KW

P_a Puissance mise à disposition du client et qu'il peut appeler suivant ses besoins elle est exprimée en KW.

Tableau des matières

Dédicace.....	1
Remerciement.....	1
Liste des tableaux.....	1
Liste des figures	1
Liste des symboles.....	1
Introduction générale.....	1

CHAPITRE 1 : Description de l'usine du ciment CILAS

Introduction.....	1
1 Présentation du groupe LAFARGE ALGERIE.....	1
2 Description du fonctionnement du cimenterie CILAS de Biskra.....	2
2.1 Présentation générale de l'entreprise.....	2
2.2 Equipements de l'usine.....	2
2.3 Organigramme de CILAS Lafarge Biskra.....	3
2.4 Processus de fabrication du ciment.....	3
2.4.1 Définition du ciment.....	3
2.4.2 La production du ciment passe par les cinq zones suivantes.....	4
a) Zone d'Extraction.....	4
1. carrière.....	4
2. Concassage.....	5
b) Zone Cru.....	5
1. Pré-homogénéisation.....	5
2. Broyage du cru.....	6
c) Zone Cuisson.....	6
1. Homogénéisation et préchauffage du cru.....	6
2. Ligne de cuisson.....	7
3. Stockage du clinker.....	8

d) Zone Ciment.....	9
1. Broyage du ciment.....	9
e) Zone Expédition.....	9
1. Contrôle qualité du ciment.....	9
2. Stockage et expédition du ciment.....	9
3 Description du schéma électrique de cimenterie CILAS de Biskra.....	10
3.1 Schéma électrique globale de Cilas Lafarge Biskra.....	11
3.1.1 Postes d'arrivée (transformateur principal).....	12
3.1.2 Départ1 : Transformateur base de vie.....	15
3.1.3 Départ 2.....	15
3.1.4 Départ 3.....	16
3.1.5 Départ 4.....	17
3.1.6 Départ 5.....	17
3.1.7 Départs 6.....	18
3.1.8 Départ 7.....	19
3.1.9 Départs 8.....	19
3.1.10 Départ 9.....	20
3.1.11 Départ 10.....	21
3.1.12 Départ 11.....	22
Conclusion.....	23

CHAPITRE 2 : Tarification de l'énergie électrique

Introduction.....	24
1. Objectif de tarification.....	24
2. Principe de la tarification de l'électricité.....	24
3. Procédure de la convention (client – SONELGAZ)	24
4. Système tarifaire de l'électricité.....	25

4.1	Structure générale des tarifs.....	25
4.1.1	La structure de tarification est caractérisée par.....	25
4.2.	Périodes tarifaires.....	27
4.2.1	Présentation des tarifs.....	28
4.2.2	Tarifs de la puissance et de redevance fixe.....	28
4.2.3	Courbe de charge quotidienne.....	29
5.	Comptage et Compteurs Électrique.....	32
5.1.	Principe de comptage.....	32
5.2.	Plan de comptage.....	32
5.3.	Appareil de mesure électrique.....	33
	a) Compteurs électromécanique (classique).....	34
	b) Compteur électronique.....	34
	c) Compteur intelligent.....	35
5.4.	Types de comptage.....	36
5.5.	Compteur ITRON SL7000.....	37
6.	Mode de facturation	39
	b) Mode de facturation des abonnés HT.....	42
6.1.	Calcul de la facturation.....	45
	Conclusion.....	45

CHAPITRE 3 : Compensation de l'énergie réactive

Introduction.....	46
1. Stratégie de stage.....	46
2. Analyse des factures 2019 et les courbes de charge (P, Q).....	47
2.1 Analyse la facture (janvier. 2019).....	47
2.2 Choix tarifs.....	47
2.3 Analyse de la consommation d'énergie.....	48

2.3.1 Analyse l'énergie active consommée (périodes tarifaires).....	48
2.4 Choix de PMD.....	49
a. Adaptation de la PMD.....	49
2.5. Analyse l'énergie réactive consommée.....	50
2.6 Vérification de la majoration de l'énergie réactive.....	50
3. Coût de consommation.....	52
4 Compensation de l'énergie réactive	52
4.1 But de la Compensation de l'énergie réactive.....	52
4.2 Les avantages sont multiples.....	53
4.3 Les puissances apparente, active et réactive.....	53
4.4 Facteur de puissance $\cos(\phi)$	54
4.4.1 Inconvénients d'un mauvais $\cos \phi$	55
4.5 Problématique de l'énergie réactive au milieu industriel.....	55
4.6 Avantages de la compensation d'énergie réactive.....	55
4.7 Choix du mode de compensation.....	56
a) Compensation globale.....	56
b) Compensation locale ou par secteurs (partielle).....	56
c) Compensation individuelle.....	56
4.8 Choix du type de compensation.....	58
a) Compensation fixe.....	58
b) Compensation automatique ou en "gradins".....	58
Conclusion.....	59
Conclusion Générale.....	60
Bibliographique.....	61
Annexe	63

Introduction général

Le cout de la consommation électrique présente un souci majeur pour tout industriel, une réduction possible de ce cout engendre un cout de revient de son produit permettant apport pour réussir la concurrence dans le marché économique

Le choix du thème de ce mémoire étant accentué par l'influence des concepts scientifiques et renforcer le lien enter l'université et l'entreprise.

Plusieurs questions se posent pour arriver à mener en thermes notre étude peut on réellement réduire la facture d'électricité de l'usine ?

Comment peut-on y faire tout en respectant l'aspect économique ?

Pour réaliser notre étude, notre choix a été une usine dans notre région qui et la cimentaire **CILAS** de Biskra.

Une enquête sera menée au niveau de cette usine en coopération étroite avec le service de maintenance sur la basé d'une stratégie bien étudiée.

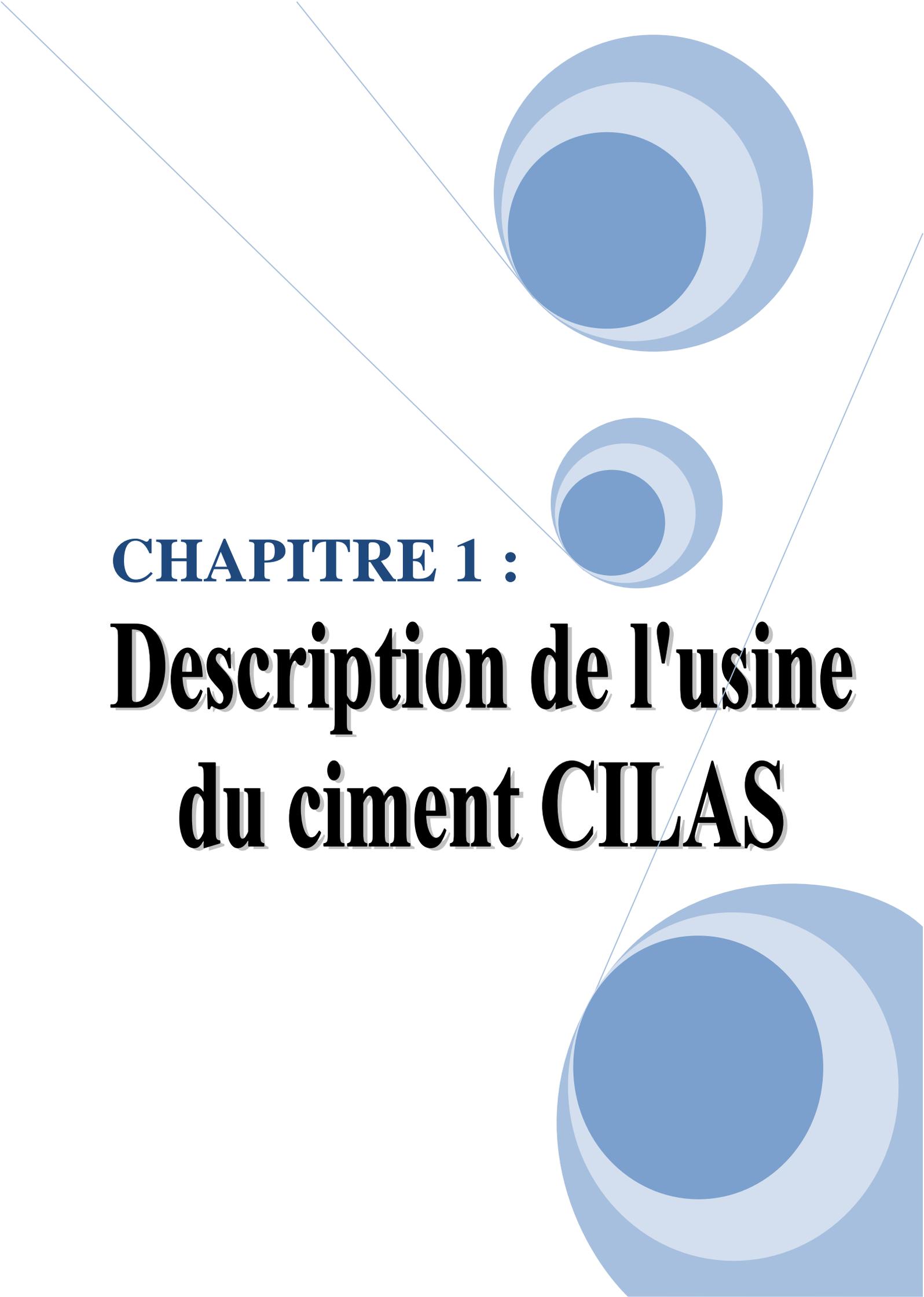
Ce mémoire est scinde en 3 chapitres :

Le 1^{er} chapitre s'intéresse à description de l'usine du ciment **CILAS** Biskra

Par contre le second a pour objectif la tarification de l'énergie électrique

Enfin nous avons abordé à la Compensation de l'énergie réactive

Ce mémoire sera clôturé par une conclusion générale.

The background features a decorative graphic consisting of three overlapping blue circles of varying sizes, arranged vertically. Two thin blue lines intersect at the top left and extend diagonally across the page, framing the central text.

CHAPITRE 1 :

**Description de l'usine
du ciment CILAS**

Introduction

L'industrie des matériaux de construction dont le ciment constitue la matière de base, détient une place importante dans le secteur des industries de transformation.

Dans ce chapitre, nous présenterons l'usine du ciment CILAS. Pour avoir une idée générale sur cette chaîne de production du ciment dont la région djemorah (Biskra), une partie importante sera consacrée aux schémas électrique d'alimentation de l'usine.

1 Présentation du groupe LAFARGE ALGERIE

L'Algérie est un marché stratégique pour le Groupe LafargeHolcim. Le secteur de la construction est en croissance depuis 2000, avec d'importants besoins en matériaux de construction et de solutions constructives.

LafargeHolcim Algérie est présent sur toute la chaîne de valeur des matériaux de construction « ciments, liants routiers, ciments spéciaux pour les puits d'hydrocarbures, mortiers, granulats, bétons, plâtres, sacs et distribution » au travers de différents modèles d'affaires.

LafargeHolcim Algérie emploie 5500 collaborateurs et est fortement engagé dans le développement économique, social et environnemental du pays. (**Site officiel du lafarge**)

Lafarge Algérie est le leader des matériaux de construction à travers ses activités « Ciments, Mortiers, Granulats, Bétons, Plâtres et Distribution ».

Lafarge Algérie commercialise 8.8 MT à travers ses deux cimenteries de M'Sila et d'Oggaz », et la cimenterie Cilas à Biskra 2.7MT/an en partenariat avec le Groupe Industriel Souakri. L'activité Béton Prêt à l'Emploi compte 37 centres de production. . (**Site officiel du lafarge**)



Figure 1.1 : localisation des différentes usines du groupe Lafarge

2 Description du fonctionnement du cimenterie CILAS de Biskra

2.1 Présentation générale de l'entreprise

L'usine Ciments CILAS a été en mise en exploitation en 2016 dans la commune de djemorah, cette cimenterie recourt aux technologies les plus avancées de la filière et exploite un broyeur géant de clinker. Cette unité de production d'une capacité de 2.7 millions de tonnes de ciment par ans [Document l'usine (1)]

CILAS est un partenariat qui permet de joindre le savoir-faire des deux parties pour un développement rapide de capacités industrielles et logistiques dans une région avec une forte demande en ciment. (Site officiel du lafarge)



Figure 1.2 : CILAS (Lafarge ciment de Biskra).

2.2 Equipements de l'usine

L'usine contient :

- ✚ 1 ligne de cuisson en voie sèche avec conduite entièrement automatisée pilotée par un système expert.
- ✚ 1 broyeur ciment.
- ✚ Laboratoire d'analyse permettant d'assurer une logique de contrôle qualité aux différentes étapes de la fabrication.
- ✚ Stockage ciment : il y'a 5 silos de stockage.
- ✚ Atelier d'expédition Contient deux lignes de production sac, et trois bouches de remplissage vrac des camions.
- ✚ Embranchement particulier à la voie ferrée.

2.3 Organigramme de CILAS Lafarge Biskra

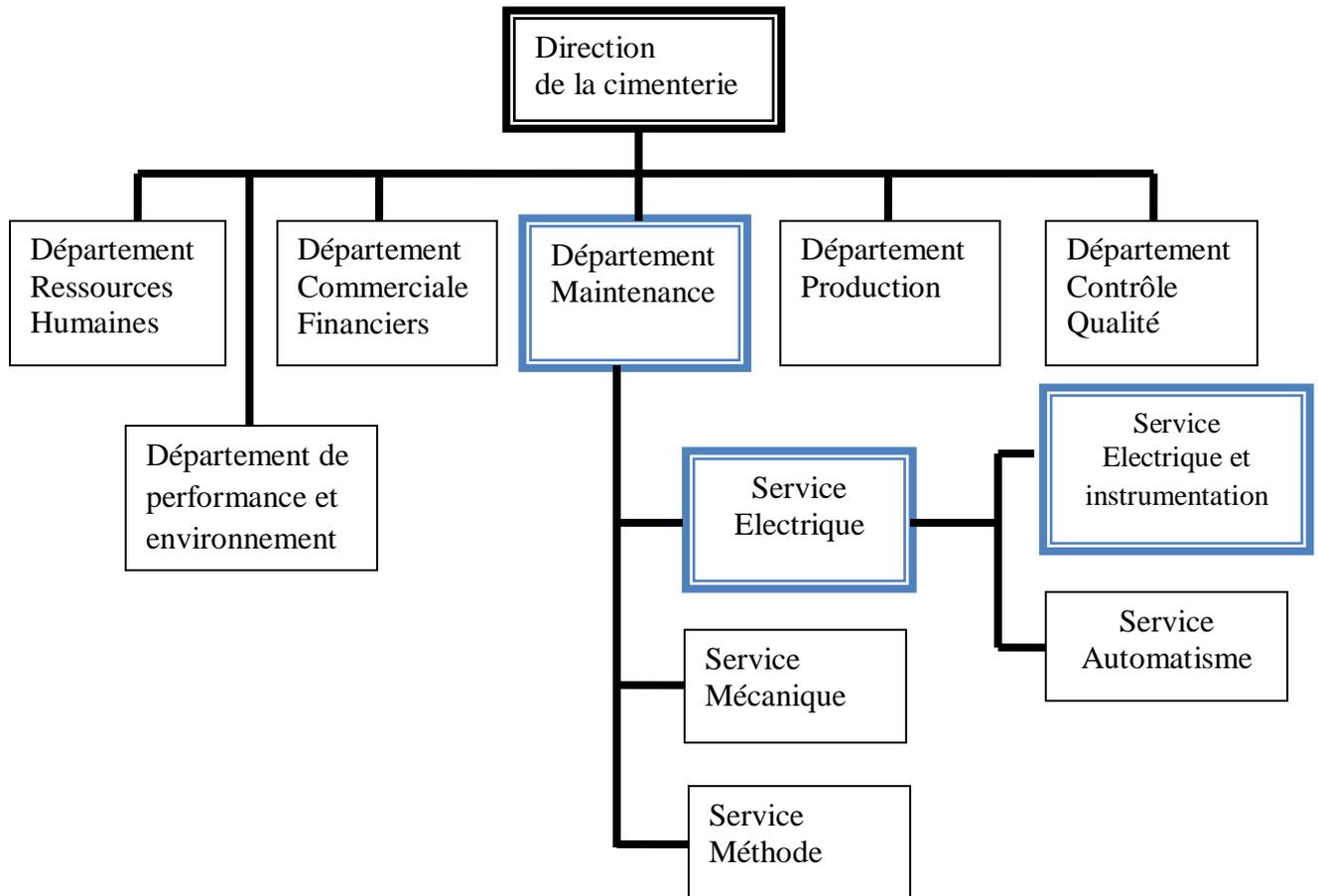


Figure 1.3 : Organigramme Générale de l'usine

Le département maintenance comprend plusieurs services, Automatismes, Mécanique et Electrique.

Nous effectuons notre stage aux seins du Service électrique.

2.4 Processus de fabrication du ciment

2.4.1 Définition du ciment

Le ciment est un liant hydraulique fabriqué à partir du clinker, obtenu par la combinaison chimique à très haute température (1450 ° C). de calcaire et d'argile.

Le clinker est ensuite broyé avec des ajouts, dans des proportions très précises, qui donneront au ciment des caractéristiques spécifiques.[www.lafarge.dz]

2.4.2 La production du ciment passe par les cinq zones suivantes :

- ✚ Zone d'Extraction
- ✚ Zone Cru
- ✚ Zone Cuisson
- ✚ Zone Ciment
- ✚ Zone Expédition

Pour produire le ciment on a cinq zones qui contiennent les étapes suivantes :

a) Zone d'Extraction

1. carrière

Les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment, le calcaire et l'argile, sont extraites de carrières à ciel ouvert, à proximité de la cimenterie.

Le calcaire cimentier est abattu par tirs de mines et les blocs de roches, sont transportés par dumper vers le hall de concassage (**Site officiel du infociments, 2019**)



Figure 1.4 : carrière

2. Concassage

L'opération de concassage a pour objectif la réduction des blocs de pierres en fragments de faibles, cette opération est assurée par un concasseur à marteaux ce sont les plus utilisés en cimenterie comme l'illustre cette **Figure 1.5. (site de lafarge)**

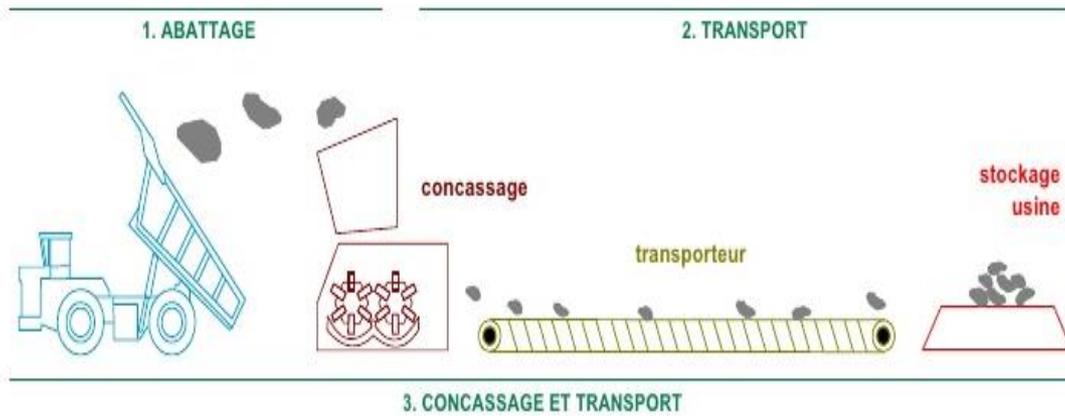


Figure 1.5 : Concassage et transport de la matière

b) Zone Cru

1. Pré-homogénéisation

Dans ce hall, la méthode de remplissage circulaire, par couches de roches superposées, et leur récupération transversale au moyen d'un gratteur, a été spécialement conçue pour obtenir une plus grande régularité de la composition chimique du mélange minéral, malgré la diversité des veines géologiques de la carrière. (**Site officiel du infociments, 2019**)

Les résultats obtenus de ces analyses permettent de définir les corrections nécessaires à apporter au mélange.

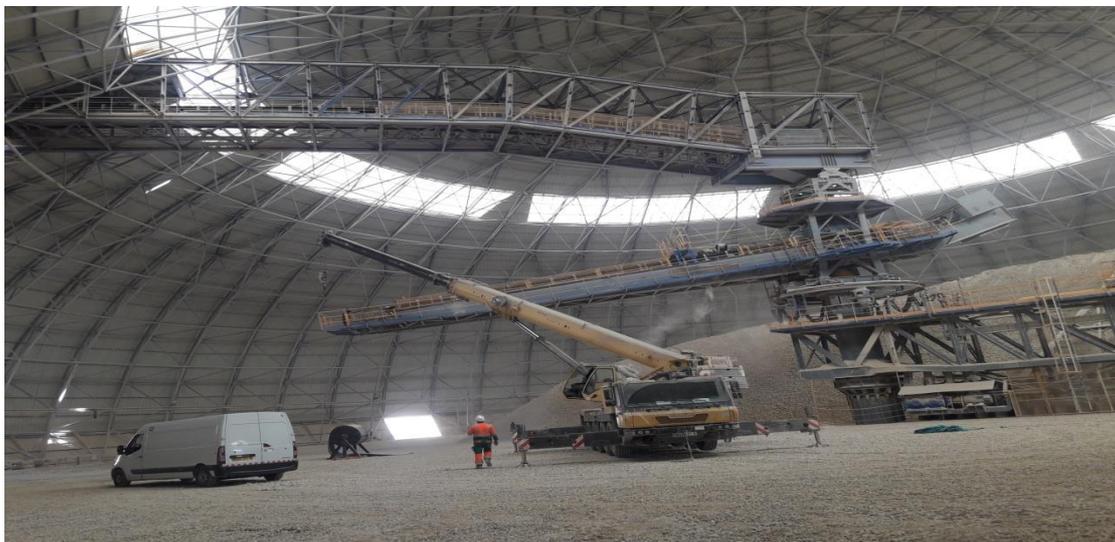


Figure 1.6 : pré-homogénéisation

2. Broyage du cru

L'étape du broyage est aussi l'occasion d'intégrer des ajouts, encore appelés matières alternatives, qui permettent de limiter la consommation de ressources naturelles

Par exemple, des terres issues de la décontamination d'anciens sites industriels ou des sables recyclés, ce qui limite par la même occasion la mise en décharge de ces déchets. (Site officiel du infociments, 2019)



Figure 1.7 : broyage cru

c) Zone Cuisson

1. Homogénéisation et préchauffage du cru

Après avoir été finement broyée, la farine crue est très largement brassée dans des silos d'homogénéisation, de manière à obtenir une composition chimique et physique ciblée, la plus régulière possible.

Ensuite préchauffée à 850°C dans la tour de préchauffage grâce à la réutilisation de la chaleur produite par le four.

2. Ligne de cuisson

La ligne de cuisson est constituée d'une tour à cyclones, un four rotatif et un refroidisseur

➤ four rotatif

La farine, précédemment préchauffée à 850°C, est ensuite chauffée à 1 450°C sous une flamme à 2 000°C, dans un four rotatif garni de briques réfractaires

Le four est le siège d'un enchaînement de réactions chimiques, qui se produisent dans la matière en fusion et qui conduisent à l'obtention des combinaisons moléculaires attendues pour obtenir le clinker. (Site officiel du infociments, 2019)

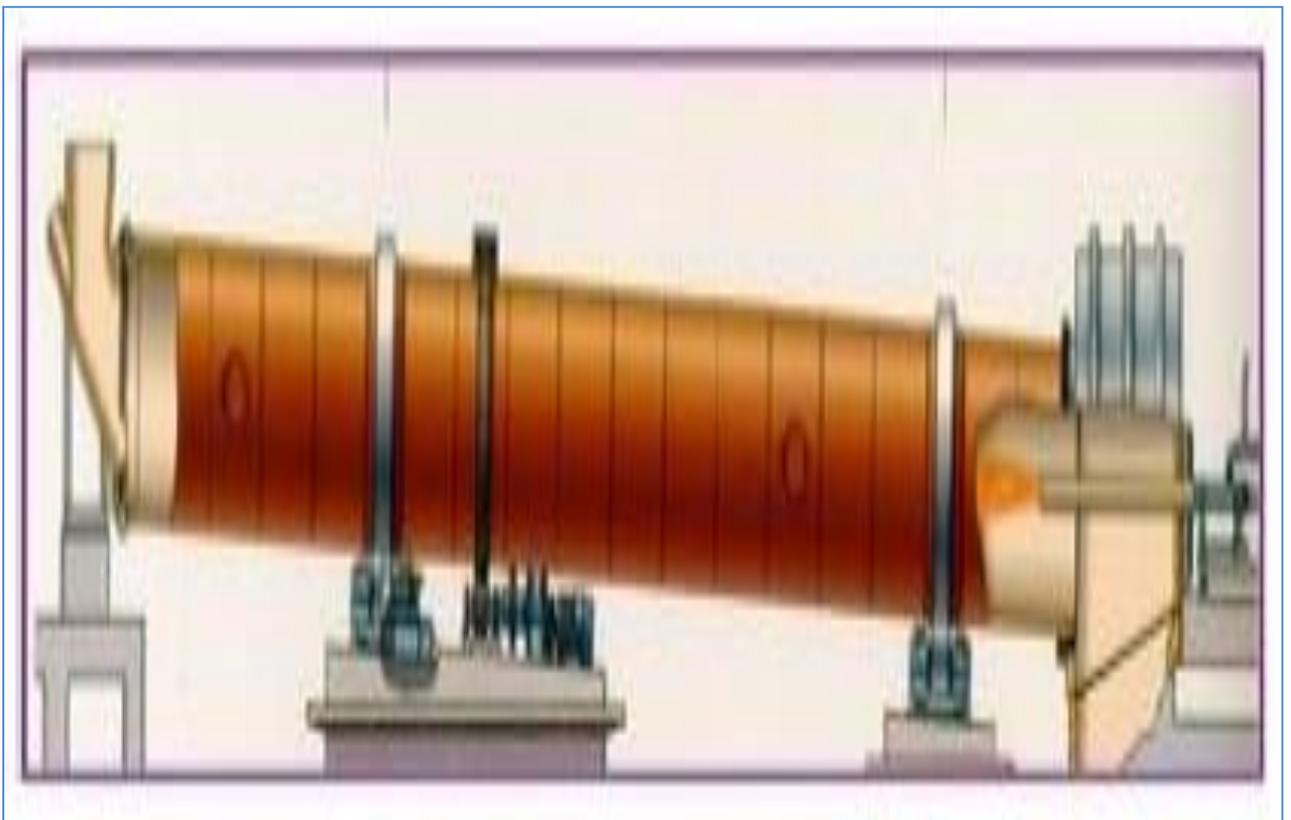


Figure 1.8 : four rotatif

➤ Refroidissement du clinker

Le mélange en fusion est ensuite trempé (c'est-à-dire refroidi rapidement) par soufflage d'air, afin d'obtenir la chimie cristalline appropriée pour les propriétés hydrauliques du clinker.

Ainsi obtenu sous forme de granules de quelques centimètres, le clinker est finalement refroidi jusqu'à une température de l'ordre de 100°C et acheminé dans le hall de stockage.

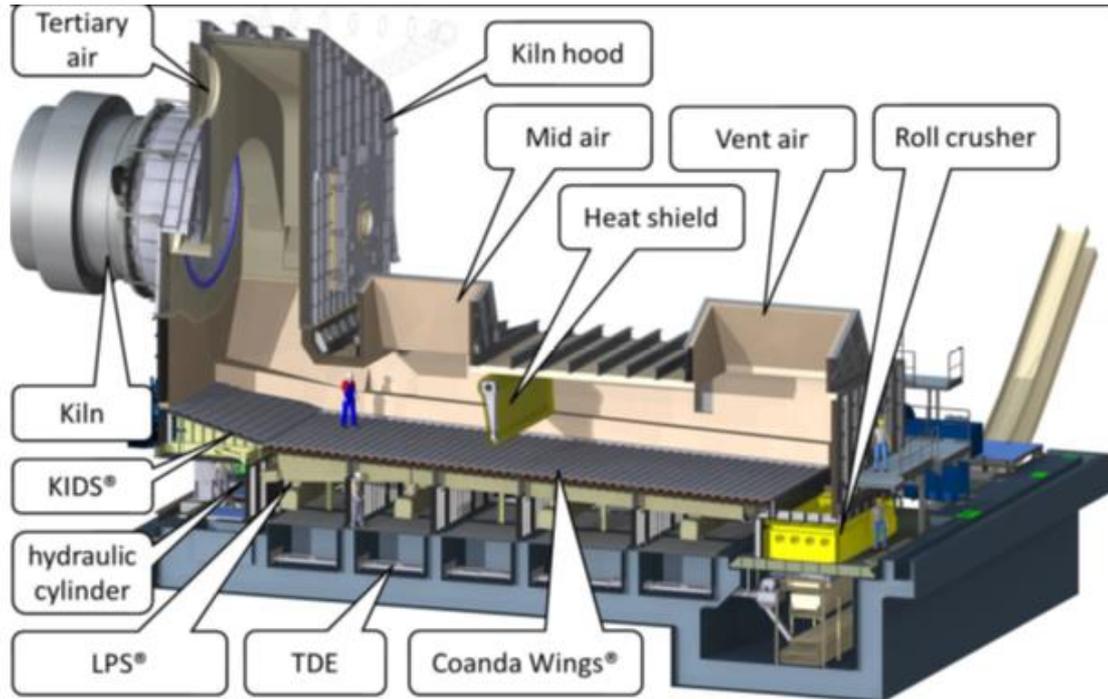


Figure 1.9 : refroidissement

3. Stockage du clinker

Le clinker refroidit à 100°C est transporté et stocké dans des silos de plusieurs dizaines de milliers de tonnes, permettant ainsi d'assurer une continuité de la production du ciment, y compris lors des arrêts de la ligne de cuisson pour la maintenance annuelle



Figure 1.10 : silo de stockage

d) Zone Ciment

1. Broyage du ciment

Le clinker se dirige vers les trémies ciment et ensuite broyé en additionnant le gypse et le calcaire avec des quantités différentes selon les qualités du ciment désirées.

Ce type de Broyeur qui permet le broyage du clinker en ajoutant des ajouts s'appelle «BROYEUR CIMENT»



Figure 1.11 : broyage du ciment

e) Zone Expédition

1. Contrôle qualité du ciment

Lors de son stockage, le ciment est prélevé, analysé chimiquement et physiquement et des essais de résistance sur mortiers normalisés sont réalisés, afin de garantir son niveau de qualité.

2. Stockage et expédition du ciment

Le ciment est transporté vers des silos de grands capacités qui alimentent par la suite les ateliers d'ensilage pour l'expédition en sacs, ou les dispositifs de chargement et livraisons en VRAC (voir la Figure 1-12 ci-dessous).

Donc les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensilage) en cas de livraison par sacs ou via un vrac et son chargement sur l'outil de transport (camion). (Site officiel du infociments, 2019)

C'est l'interface de l'usine avec le client.

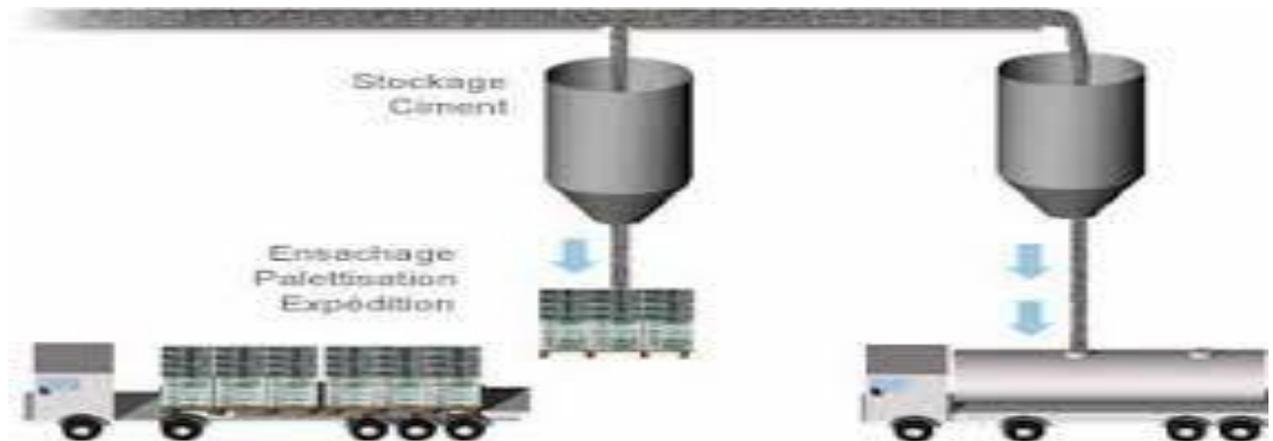


Figure 1.12 : expédition du ciment

Cette image résumée tous les procédés de fabrication du ciment.

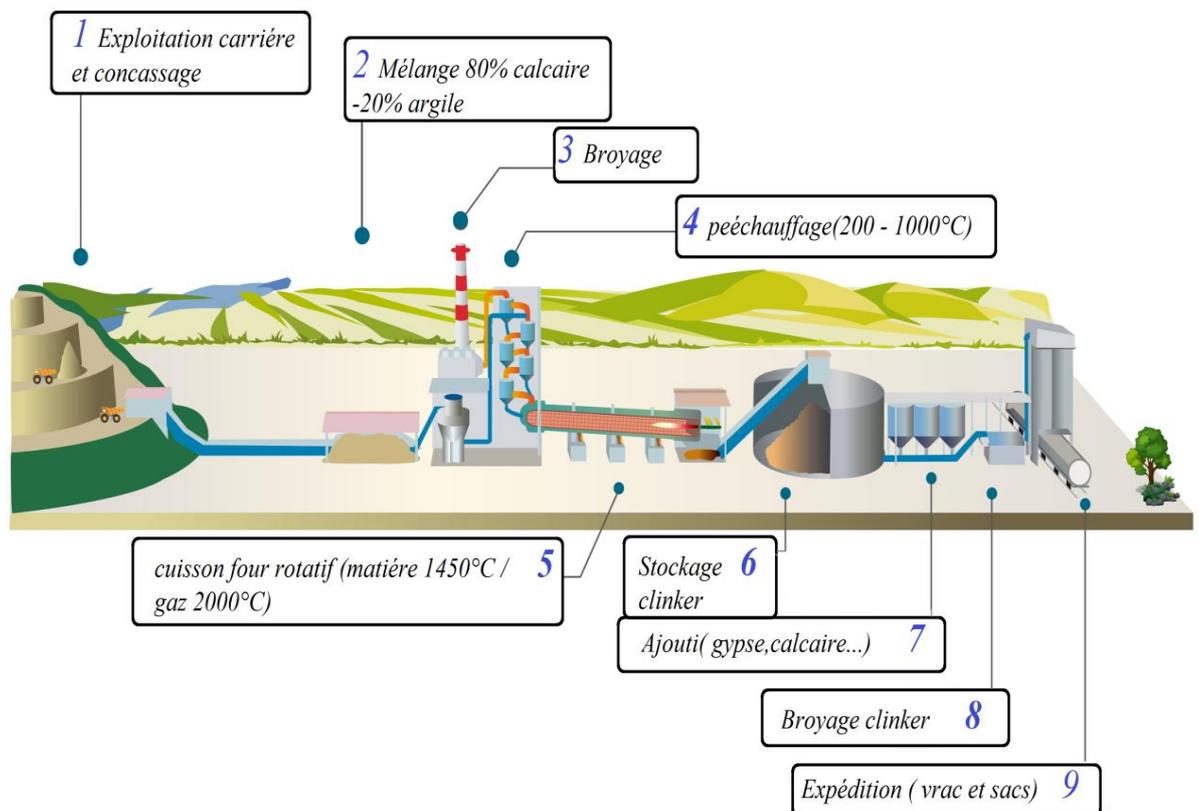


Figure 1.13 : Etapes des procédés de fabrication du ciment

3 Description du schéma électrique de cimenterie CILAS de Biskra

3.1 Schéma électrique globale de Cilas Lafarge Biskra :

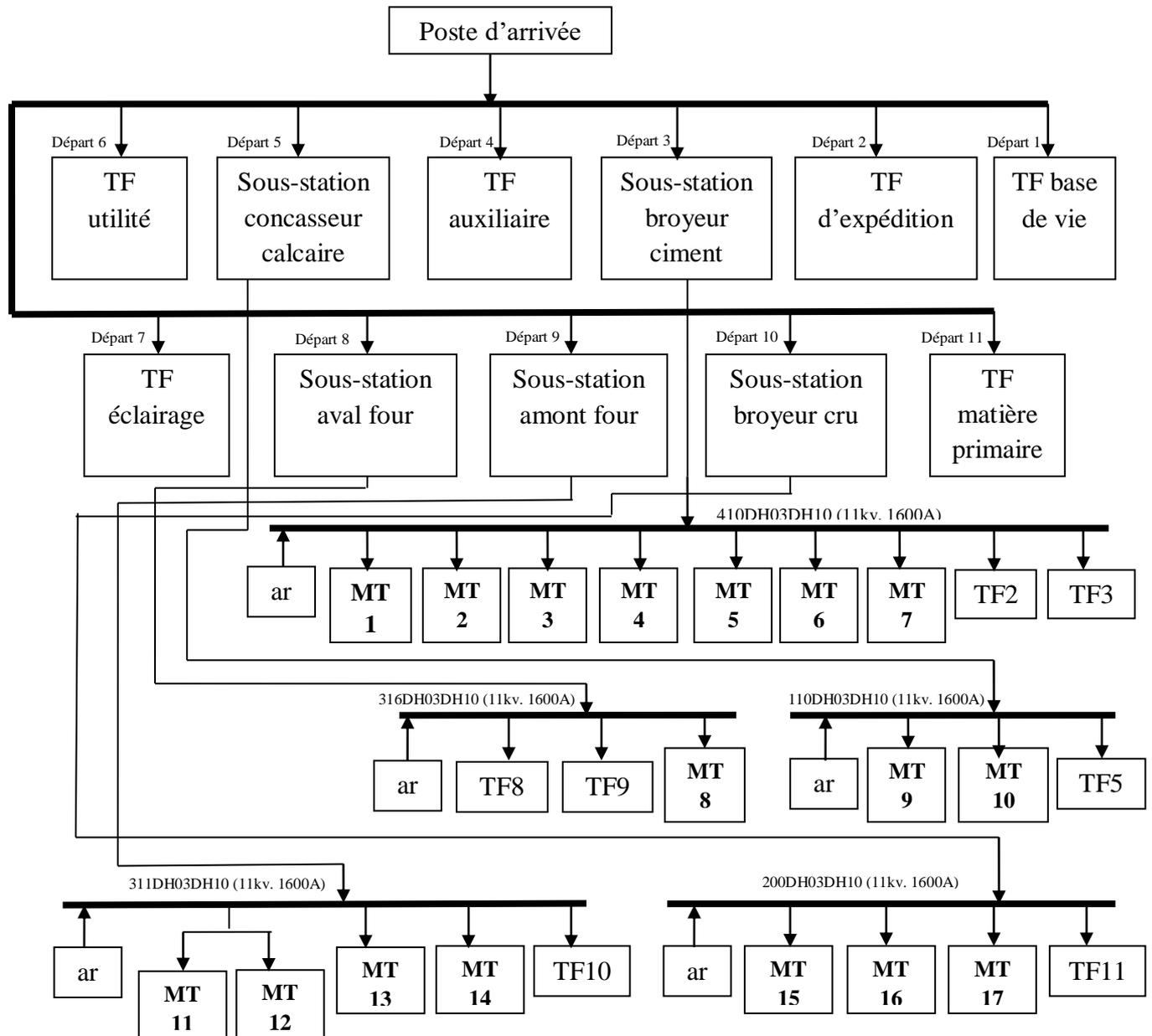


Figure 1.14 : Organigramme de schéma électrique global de Cilas Lafarge Biskra

3.1.1 Postes d'arrivée (transformateur principal)



Figure 1.15 : poste d'arrivée

Tableau 1.1 : performances de poste d'arrivé

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Aucune perte de charge (kW)	Pertes à pleine charge (kW)
Postes d'arrivée	811TF01	45 / 55 ONAN / ONAF	YNd5	220 ±8*1.5% / 11 kV	12% @ 220/11kV and 45 MVA 14.66% @55MVA Oil	Oil	30	157

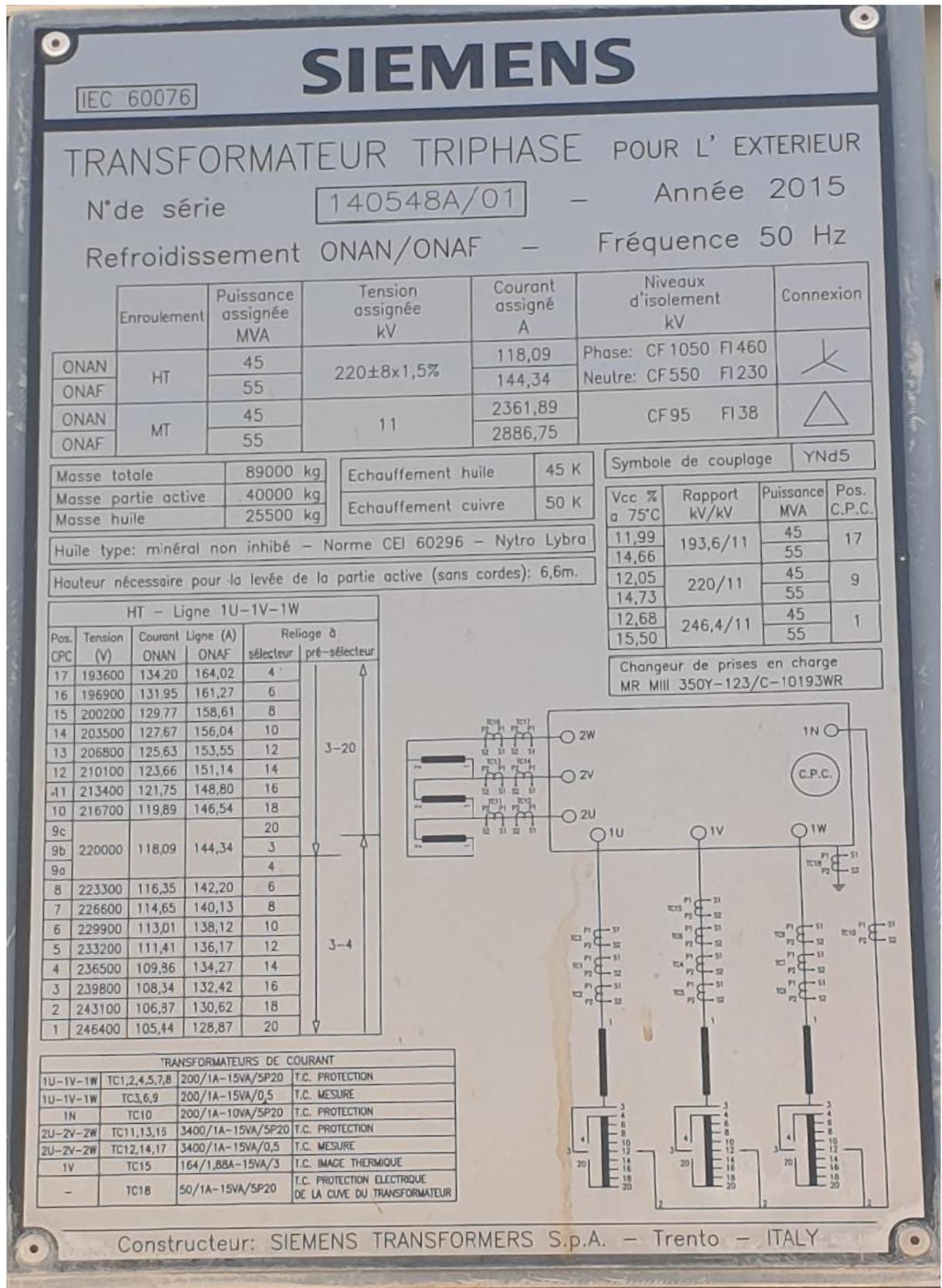
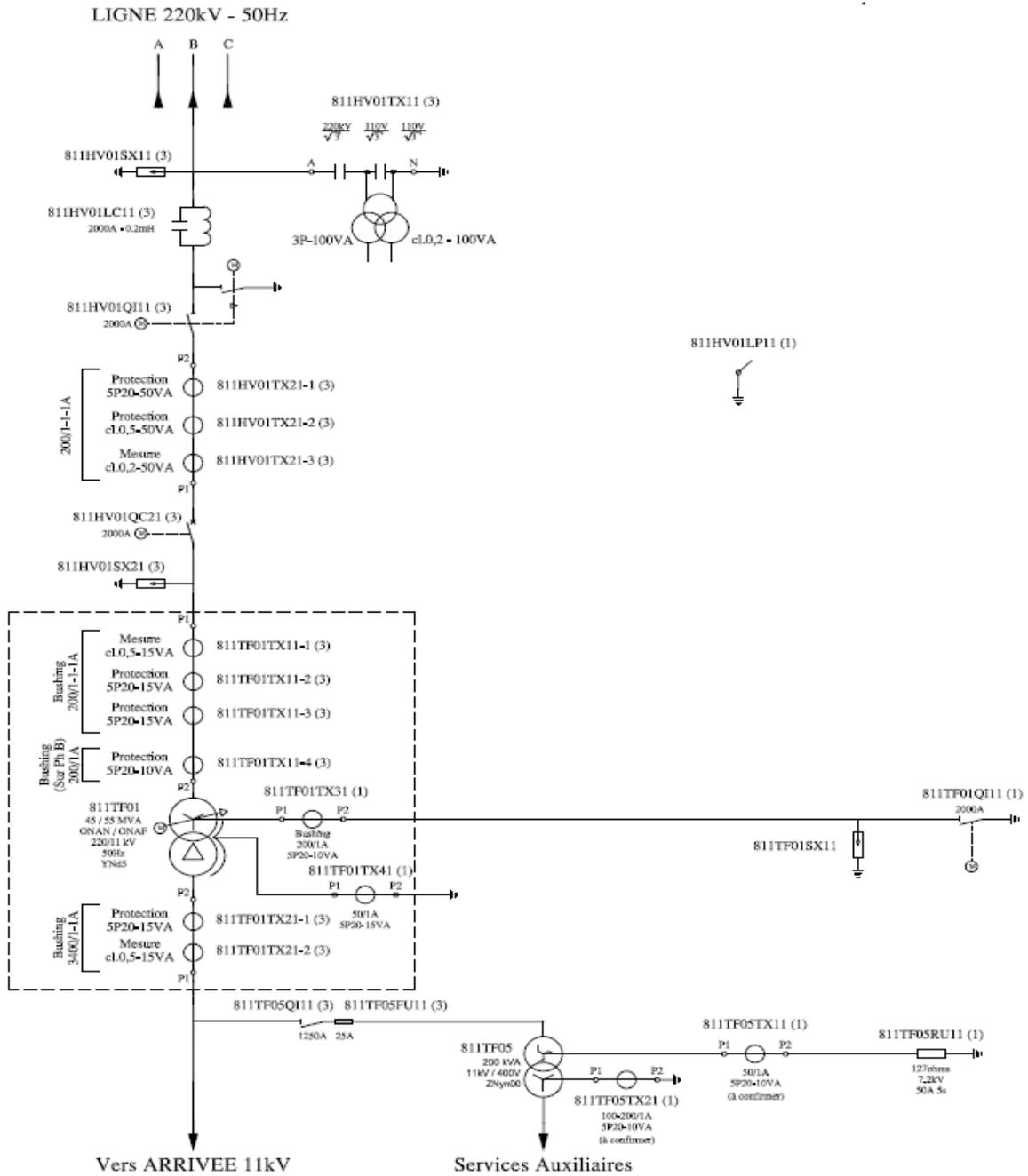


Figure 1.16 : plaque signalétique de poste d'arrivé



	Parafoudre		Mise à la terre
	Circuit bouchon		Interrupteur en charge
	Transformateur de Tension Capacitif		Transformateur de tension
	Sectionneur de Ligne avec MALT		Transformateur de puissance
	Transformateur de courant		Paratonnerre
	Disjoncteur		
	Sectionneur		
	Fusible		

C	101 par convention	Z. AL F.H.	08/12/2016
B	Mise à jour	Z. AL F.H.	16/04/15
A	Emission préliminaire	Z. AL F.H.	03/12/14
Index	Modifications	Vies	Dates
CILAS CILAS CIMENTS LAFARGE SOUAKRI Centre commercial de Bab Ezzouar Tour n°2, 5ème étage, bureau n°520 Bab Ezzouar - Alger			
Entreprise : EIFFAGE ENERGIE TRANSPORT & DISTRIBUTION Route Département 937 - BP 13 02131 Venquin - France			
POSTE 220/11kV DE BISKRA EQUIPEMENT ELECTRIQUE UNIFILAIRE POSTE D'ARRIVEE			
Echelle : /-		N° Entreprise :	
Vues par :	Z. AL F.H.	N°	
Vérifié par :	E. FINTO		
Établi par :	N. BLONDJLE		
Dessiné par :	B. PUPPE		
		BIS-811-N11-C	

Figure 1.17 : Schéma unifilaire de poste d'arrivée

3.1.2 Départ1 : Transformateur base de vie

C'est un transformateur qui alimenté les équipements, pour les exigences de la vie (restaurent, des maisons)

3.1.3 Départ 2:

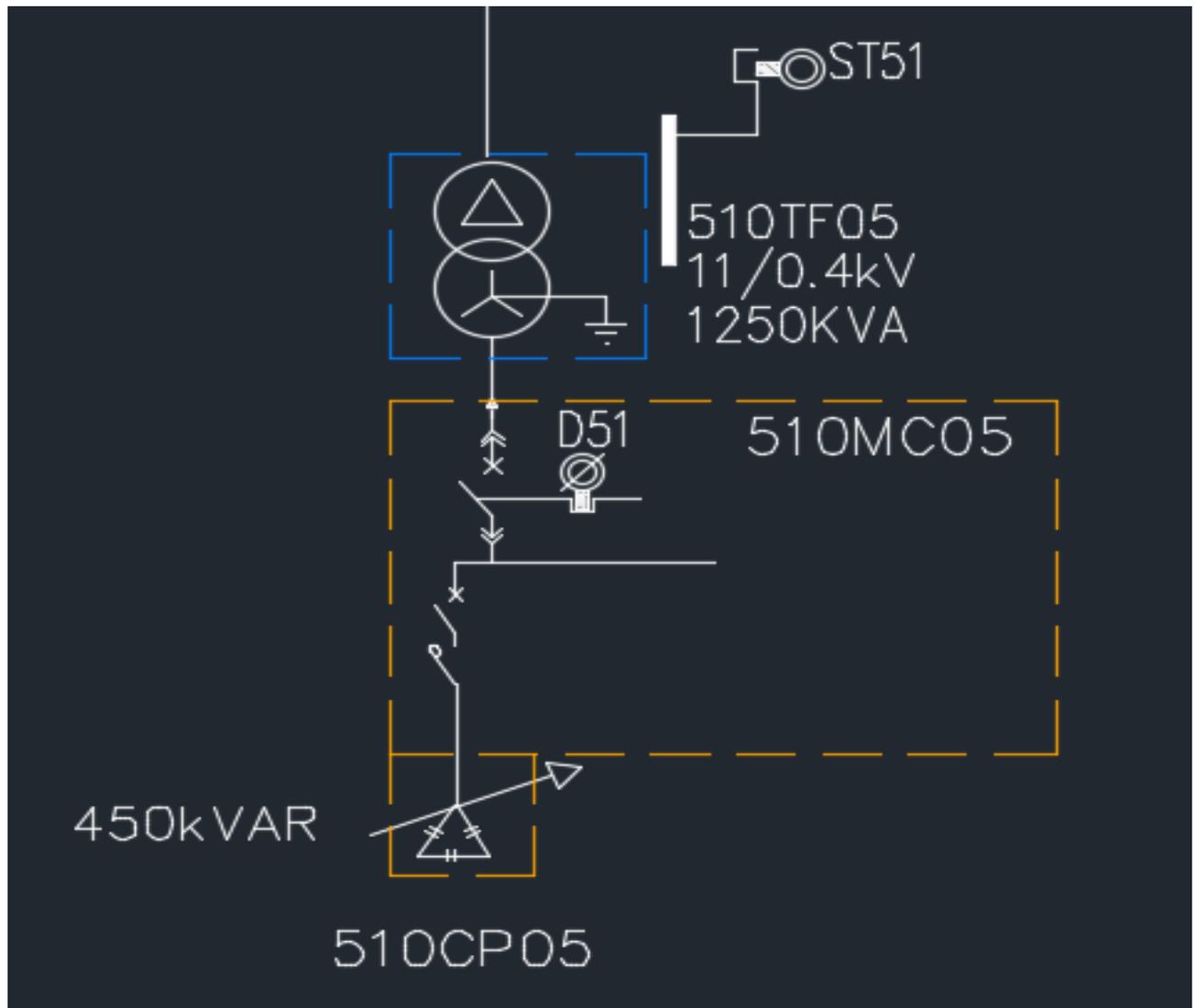


Figure 1.18: Schéma unifilaire de Transformateur d'expédition

Tableau 1.2 : performances de transformateur d'expédition

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 1	510TF05	1250 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	4.5%	Type sec	1.77	8.13

3.1.4 Départ 3 :

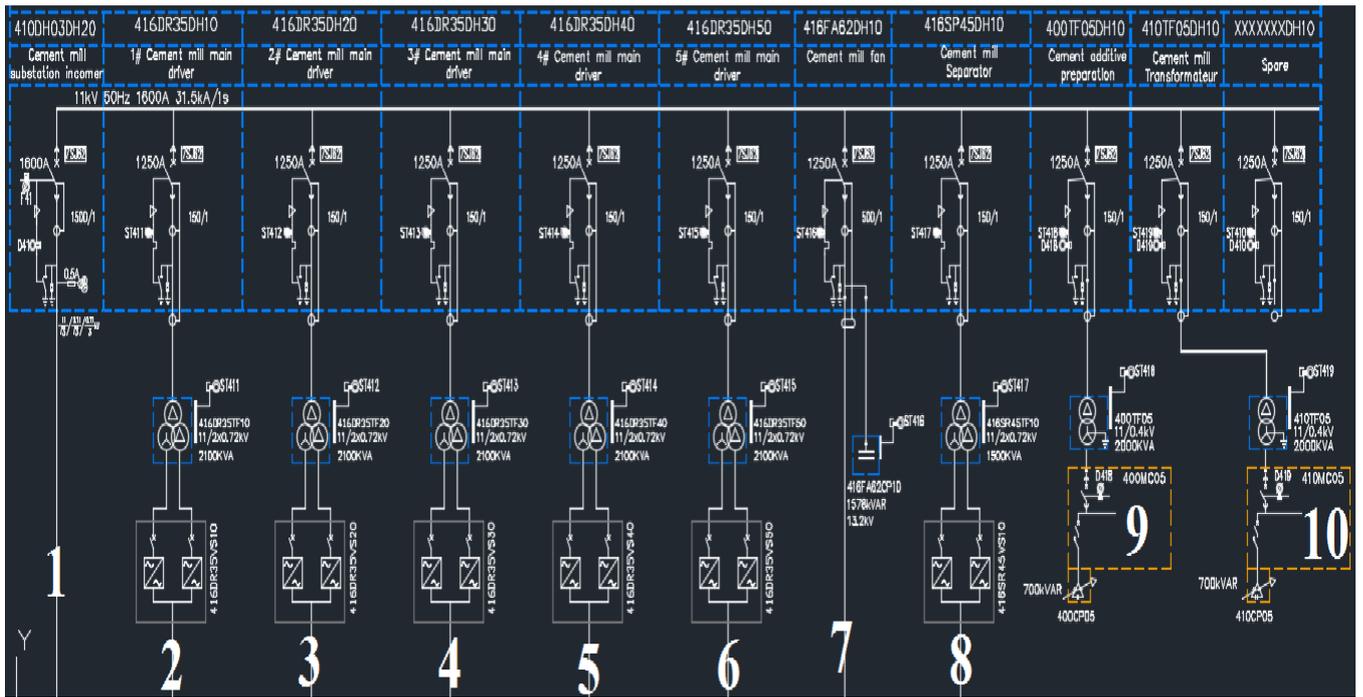


Figure 1.19 : Schéma unifilaire de Sous-station broyeur ciment

Tableau 1.3 : performances des moteurs (départ 1)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kW)	Efficacité (%)		Facteur de puissance		Courant à pleine charge (A)	La vitesse (tr / min)	Connexion	Inertie à l'arbre du moteur 4/4 (kg.m2)
			4/4 load	3/4 load	4/4 load	3/4 load				
MT1	416DR35MT10	1825	96.6	96.6	0.9	0.88	2 x 880	1381 @46.2Hz	Δ / Δ	82
MT2	416DR35MT20	1825	96.6	96.6	0.9	0.88	2 x 880	1381 @46.2Hz	Δ / Δ	82
MT3	416DR35MT30	1825	96.6	96.6	0.9	0.88	2 x 880	1381 @46.2Hz	Δ / Δ	82
MT4	416DR35MT40	1825	96.6	96.6	0.9	0.88	2 x 880	1381 @46.2Hz	Δ / Δ	82
MT5	416DR35MT50	1825	96.6	96.6	0.9	0.88	2 x 880	1381 @46.2Hz	Δ / Δ	82
MT6	416DR45MT10	1487					1443	1495	Δ	
MT7	416DR26MT10	300					300	1488	Δ	

Tableau 1.4 : performances des transformateurs (départ 1)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF2	400TF05	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45
TF3	410TF05	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45

3.1.5 Départ 4 :

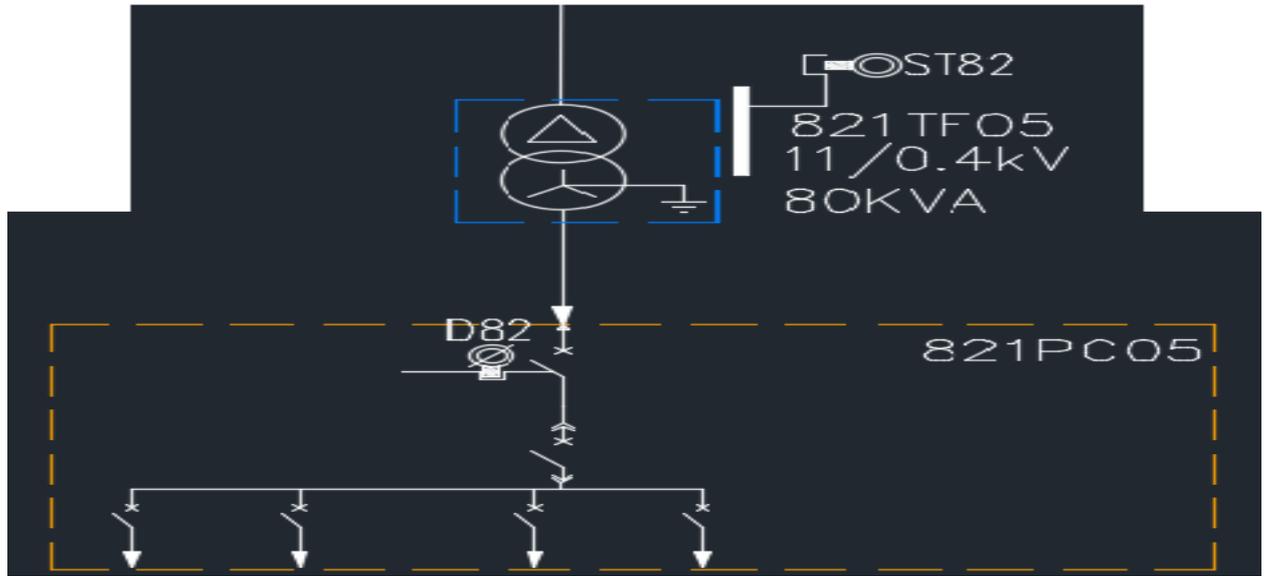


Figure 1.20 : Schéma unifilaire de Transformateur auxiliaire

Tableau 1.5 : performances de transformateur (départ 5)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 4	400TF05	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45

3.1.6 départ 5 :

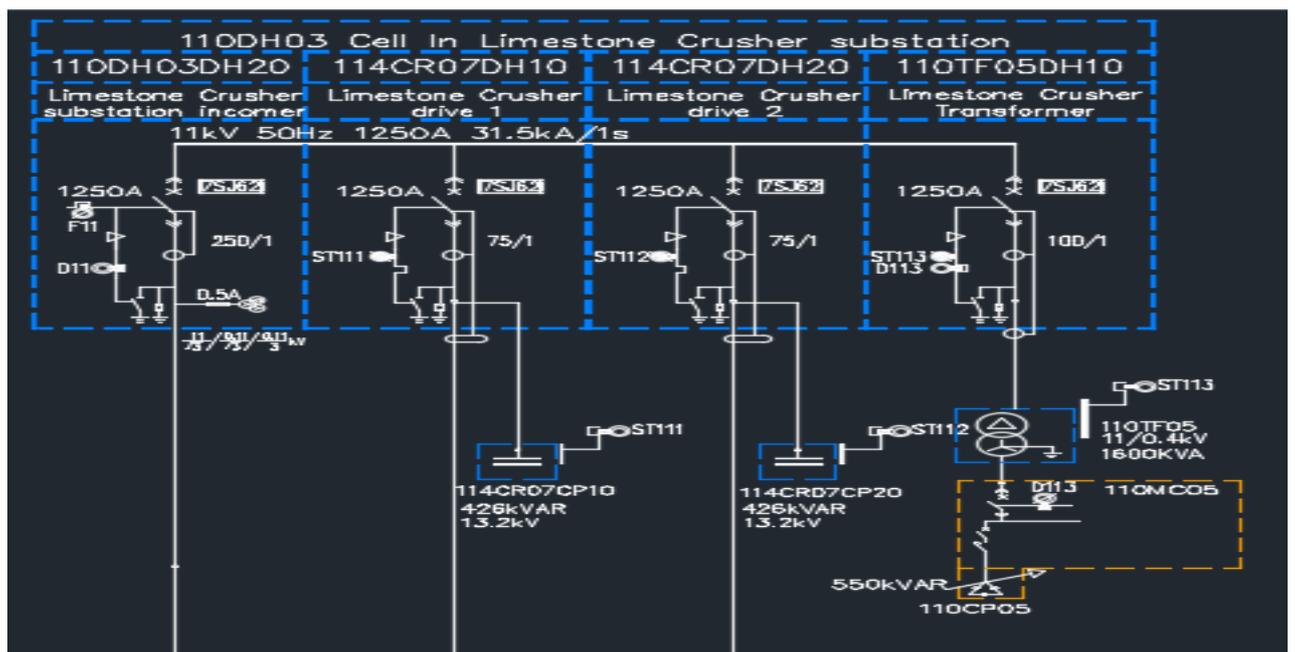


Figure 21 : Schéma unifilaire de Sous-station concasseur calcaire

Tableau 1.6 : performances des moteurs (départ 5)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kW)	Efficacité (%)		Facteur de puissance		Courant à pleine charge (A)	La vitesse (tr / min)	Connexion	Inertie à l'arbre du moteur 4/4 (kg.m2)
			4/4 load	3/4 load	4/4 load	3/4 load				
MT8	114CR07MT10	900	94.1	94.1	0.84	0.80	59.8	986	Y/Y	100
MT9	114CR07MT20	900	94.1	94.1	0.84	0.80	59.8	986	Y/Y	100

Tableau 1.7 : performances de transformateur (départ 5)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF5	110TF05	1600 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	5.5%	Type sec	2.45	11.73

3.1.7 départs 6

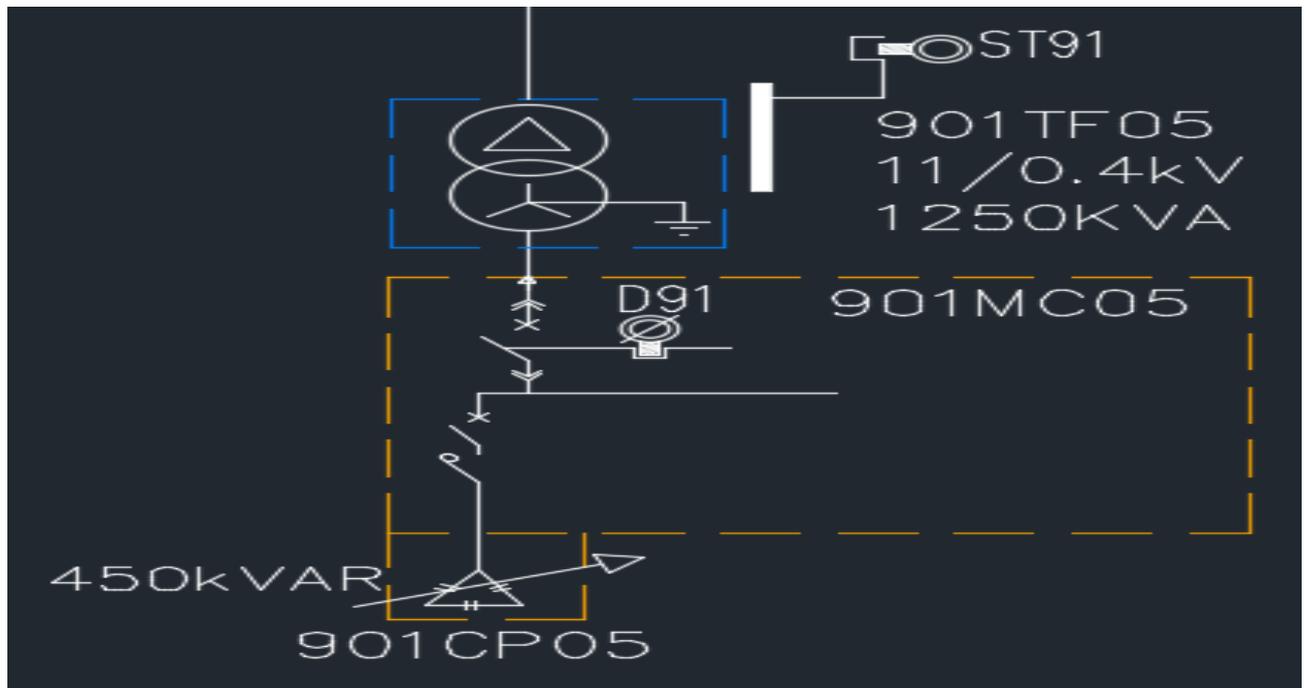


Figure 1.22 : Schéma unifilaire de Transformateur utilité

Tableau 1.8 : performances de transformateur utilité

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 6	901TF05	1250 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	4.5%	Type sec	1.77	8.13

3.1.8 Départ 7

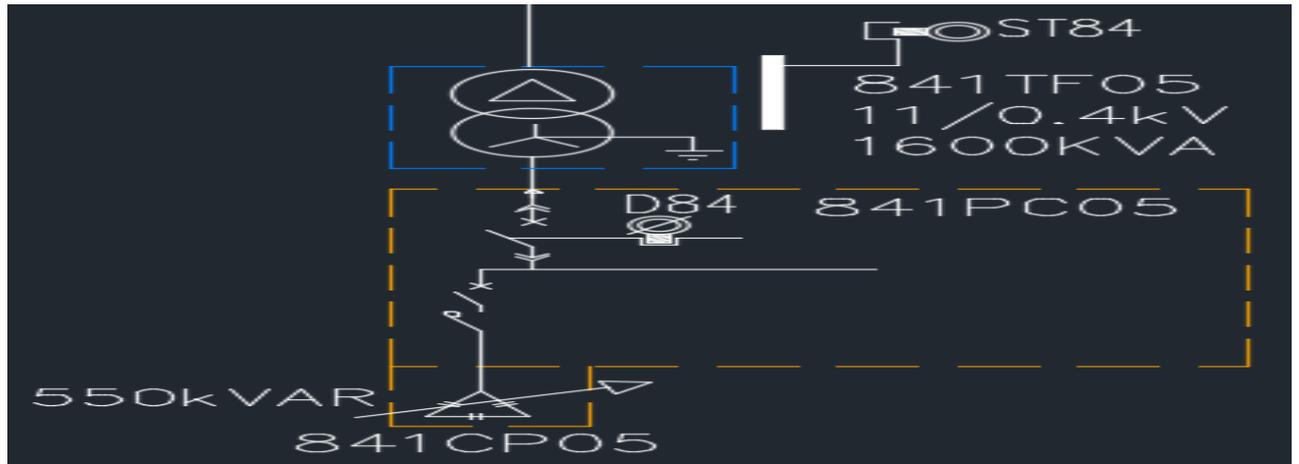


Figure 1.23 : Schéma unifilaire de Transformateur d'éclairage

Tableau 1.9 : performances de transformateur éclairage

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 7	841TF05	1600 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	5.5%	Type sec	2.45	11.73

3.1.9 départs 8

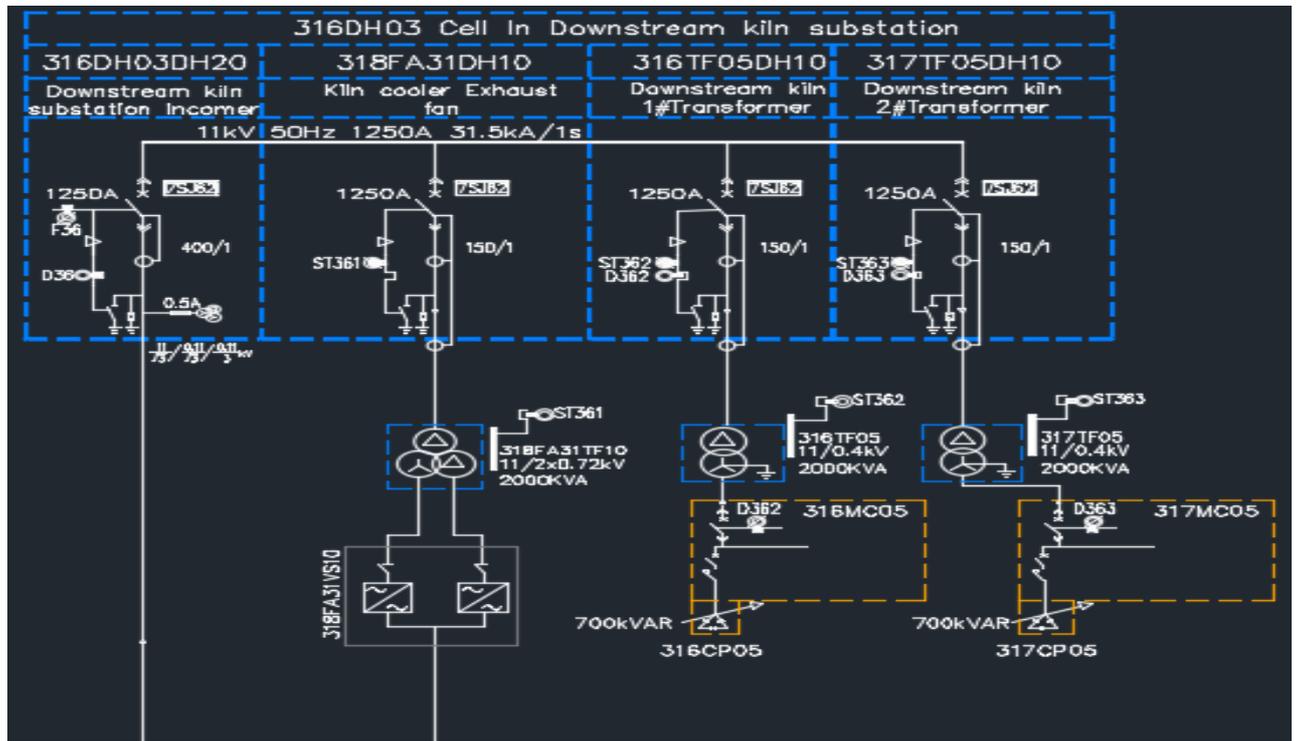


Figure 1. 24 : Schéma unifilaire de Sous-station aval four

Tableau 1. 10: performances de moteur (départ 8)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kW)	Efficacité (%)		Facteur de puissance		Courant à pleine charge (A)	La vitesse (tr / min)	Connexion	Inertie à l'arbre du moteur 4/4 (kg.m2)
			4/4 load	3/4 load	4/4 load	3/4 load				
MT 10	318FA31MT10	1300	95.8	95.8	0.87	0.83	1305	1000	Δ	70.23

Tableau 1.11 : performances des transformateurs (départ 8)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 8	316TF05	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45
TF9	317TF05	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45

3.1.10 Départ 9

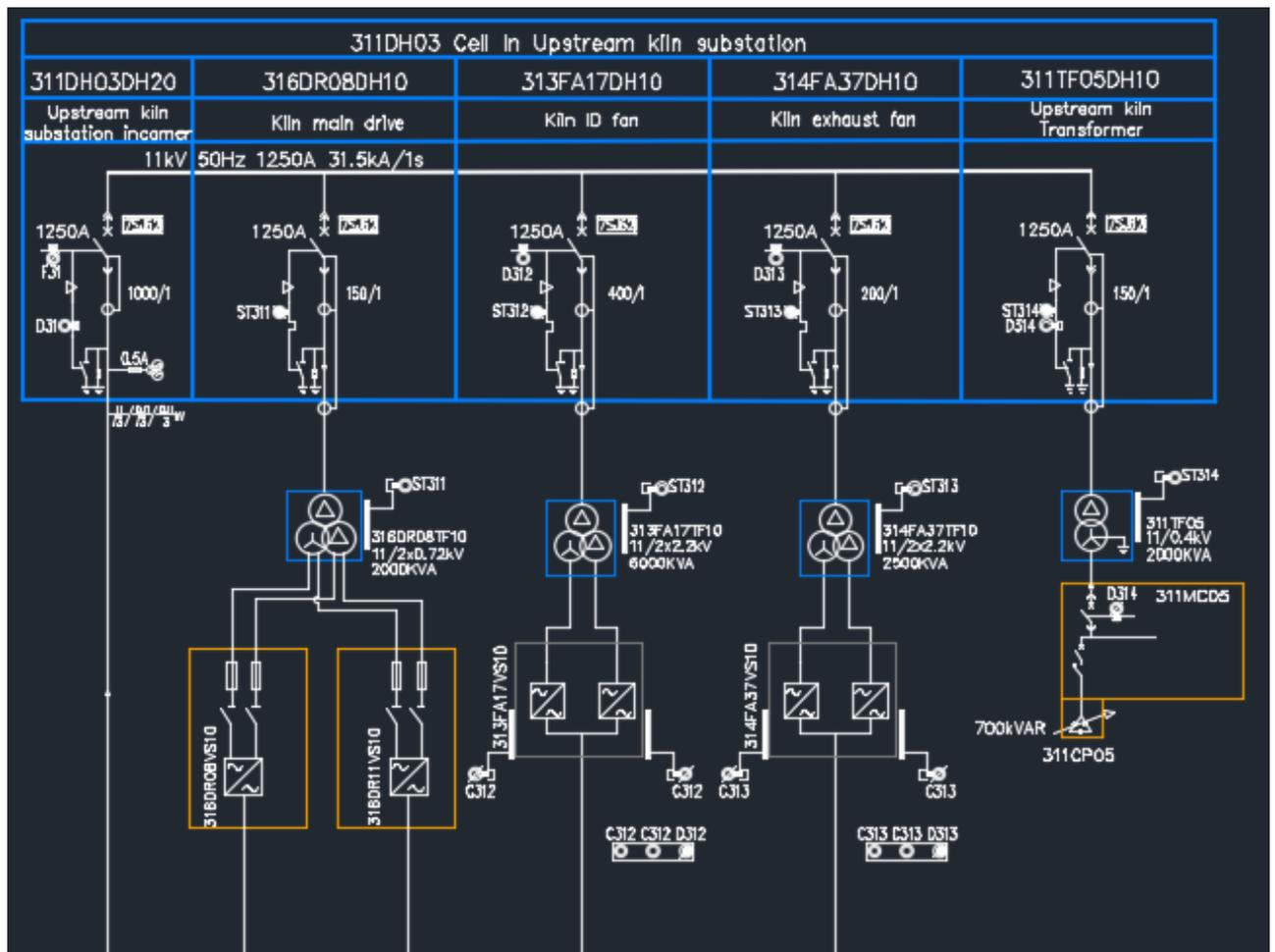


Figure 1. 25 : Schéma unifilaire de Sous-station amont four

Tableau 1.12: performances des moteurs (départ 9)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kW)	Efficacité (%)		Facteur de puissance		Courant à pleine charge (A)	La vitesse (tr / min)	Connexion	Inertie à l'arbre du moteur 4/4 (kg.m2)
			4/4 load	3/4 load	4/4 load	3/4 load				
MT 11	313FA17MT10	4200	97.1	97.1	0.86	0.83	698	750	Y	584.67
MT 12	314FA37MT10	1600	95.9	95.8	0.85	0.81	272.4	750	Y	155.61
MT 13	316DR08MT10	630	96.0	95.8	0.82	0.76	670	1000	Δ	80.8
MT 14	316DR11MT10	630	96.0	95.8	0.82	0.76	670	1000	Δ	80.8

Tableau 1.13 : performances de transformateur (départ 9)

Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF 10	2000 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	6.5%	Type sec	3.05	14.45

3.1.11 Départ 10

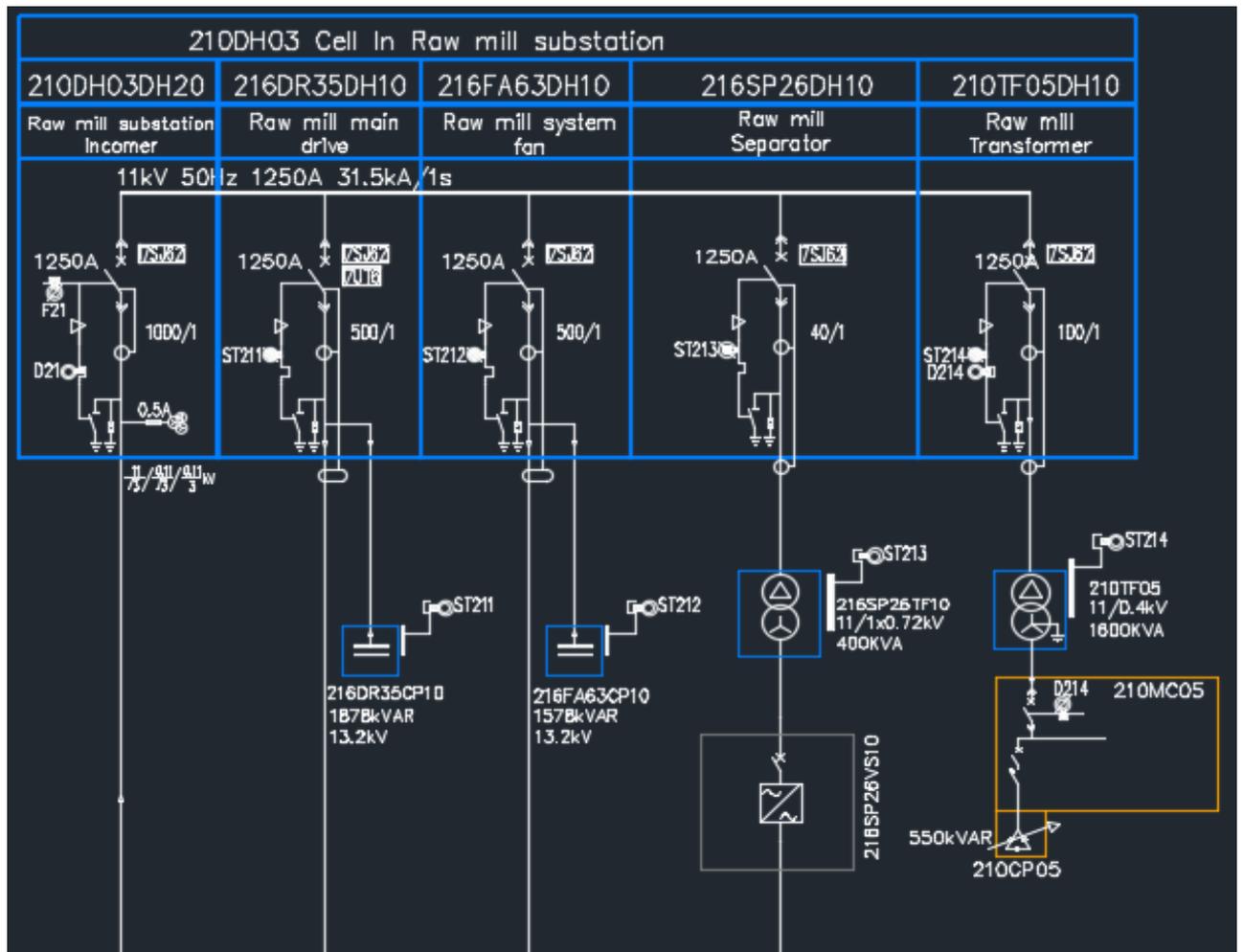


Figure 1.26 : Schéma unifilaire de Sous-station broyeur cru

Tableau 1.14: performances des moteurs (départ 10)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kW)	Efficacité (%)		Facteur de puissance		Courant à pleine charge (A)	La vitesse (tr / min)	Connexion	Inertie à l'arbre du moteur 4/4 (kg.m2)
			4/4 load	3/4 load	4/4 load	3/4 load				
MT 15	216FA63MT10	5100	96	95.8	0.88	0.85	316.8	750	Y / Δ	100
MT 16	216FA63MT10	5100	96	95.8	0.88	0.85	316.8	750	Y / Δ	100
MT 17	216SP26MT10	300					300	1488	Δ	

Tableau 1.15 : performances de transformateur (départ 10)

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF11	210TF05	1600 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	5.5%	Type sec	2.45	11.73

3.1.12 départ 11

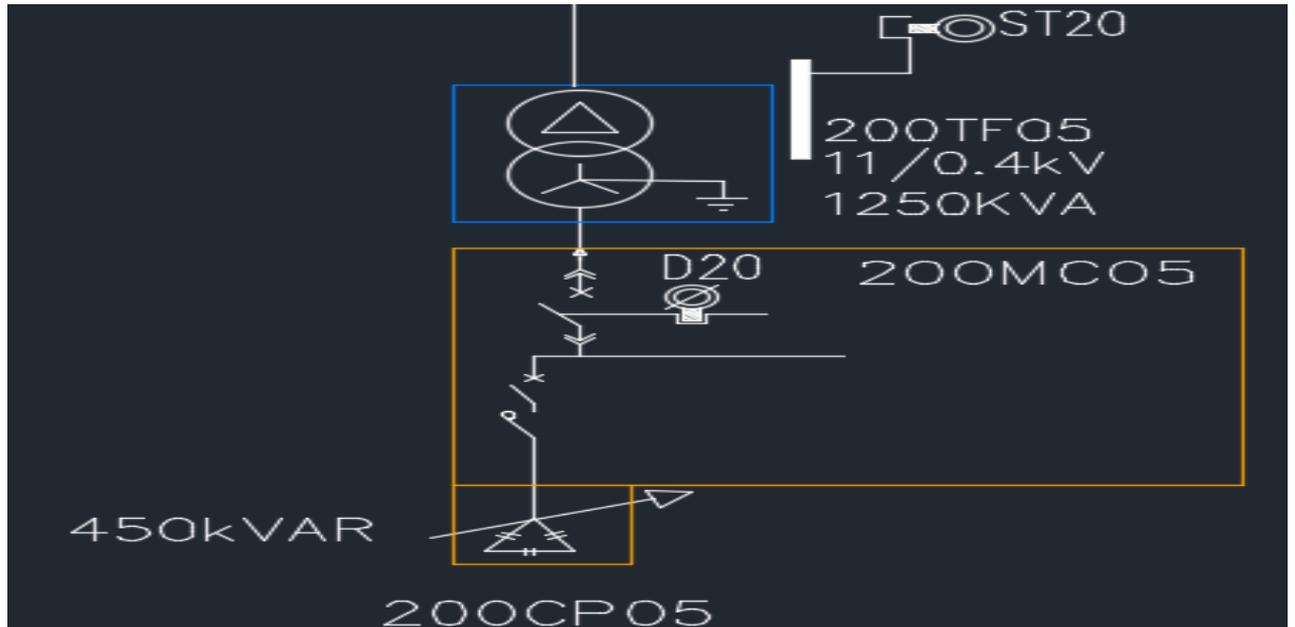


Figure 1.27 : Schéma unifilaire de Transformateur matière primaire

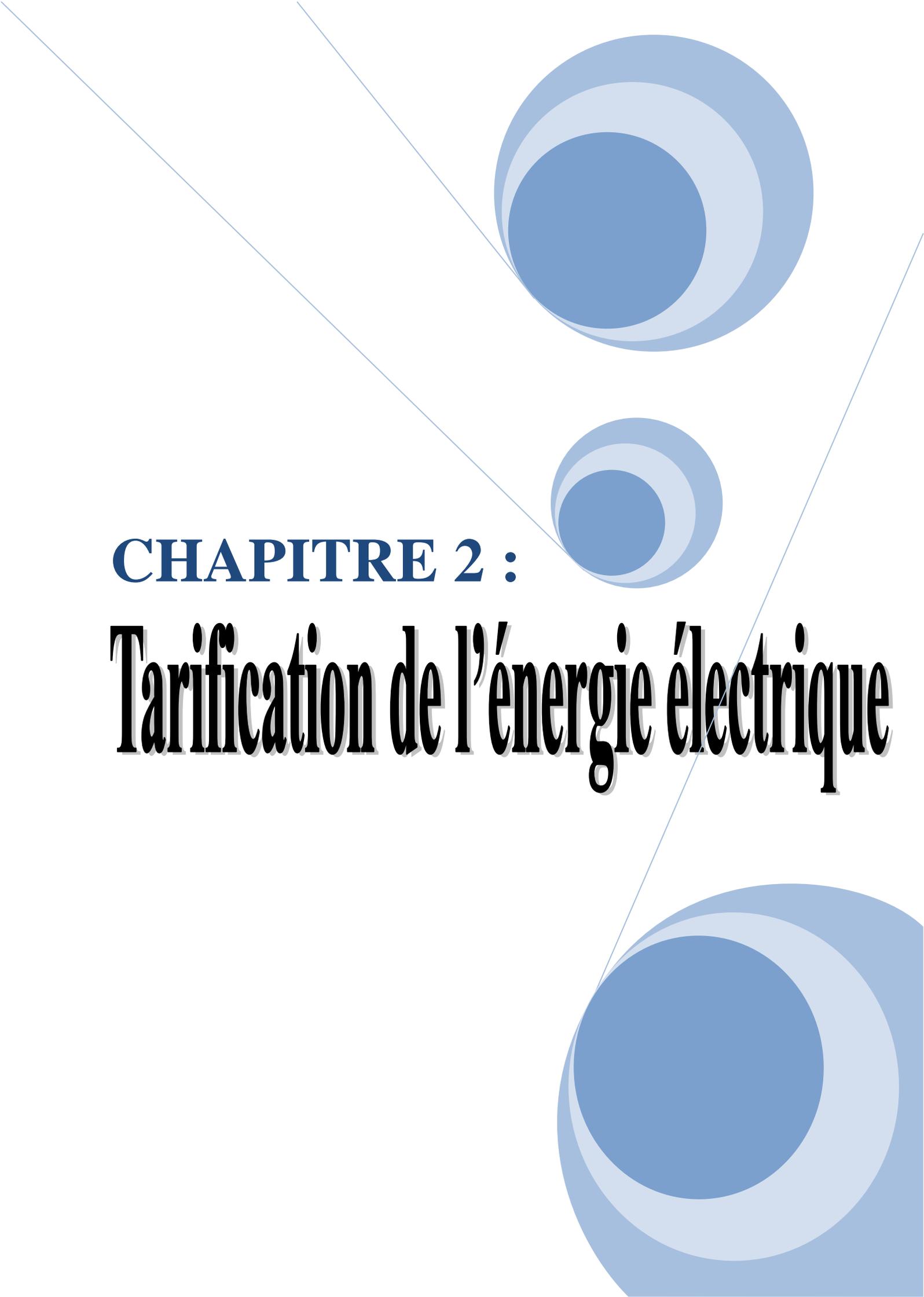
Tableau 1.16 : performances de transformateur matière primaire

	Étiquette d'équipement	Évaluation (kVA)	Vecteur Groupe	Rapport	SC% (sur le robinet principal)	Isolation	Pertes magnétiques (à vide) (kW)	Pertes d'enroulement (à pleine charge)
TF12	200TF05	1250 AN	Dyn11	11 ±2*2.5% / 0.42 kV	4.5%	Type sec	1.77	8.13

Conclusion

Pendant la période de stage dans l'usine Cilas, on a pu collecter les informations concernant l'organisation de l'usine, le processus de fabrication du ciment et finalement nous avons abordé le schéma électrique de l'usine.

Après avoir présenté l'usine de Cilas, et le processus de fabrication du ciment

The background features a white page with three large, overlapping blue circles of varying sizes. Two thin, light blue lines intersect at the top center, forming a 'V' shape that extends downwards. The text is positioned in the center-left area, partially overlapping the circles and lines.

CHAPITRE 2 :

Tarification de l'énergie électrique

Introduction

Ce chapitre est composé de trois parties. En premier lieu, nous développerons la procédure d'abonnement en décortiquant le contrat liant client et la SONELGAZ. Puis nous aborderons tous les points concernant la tarification et en dernier lieu nous revenons sur le principe du comptage.

1. Objectif de tarification

Diminuer la consommation de la puissance électrique pendant la période des heures de pointe a fin d'éviter la surcharge maximale qui peut provoquer le black out (écroulement du réseau) non pas seulement le réseau local mais le réseau national interconnecté

2. Principe de la tarification de l'électricité

- La recherche de l'efficacité économique : il s'agit de satisfaire la demande de sa clientèle au moindre coût, sous contrainte de qualité de service
- Le respect de ses contraintes budgétaires par un équilibre de son compte d'exploitation

3. Procédure de la convention (client – SONELGAZ)

Les abonnées cherchant un nouveau branchement en électricité que ce soit basse tension (BT) ou moyenne tension (MT) doivent suivre une certaine procédure, en ce qui concerne la basse tension "<25 mètres" (est un branchement simple) on l'étaye alors par une fiche d'études pour faciliter la réalisation de ce dernier donc c'est la agence qui s'occupe de tout 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 régionale.

Pour cela le client doit présenter un dossier comportant les pièces suivantes :

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

Après l'achèvement de l'étude du dossier, et la mise en service du compteur de l'abonné, le service RCN transmet un dossier complet au service clientèle, afin d'intégrer ce dernier, et suivre leur consommation, et pour que le dossier soit accessible il faut qu'il contient :

- ✓ Un X577(Fiche renseignements)
- ✓ Un Contrat d'abonnement explicatif entre SONELGAZ et l'abonné.
- ✓ Une Avance sur la consommation.

Un Ordre de mise en service. (Sagâa, 2008)

4. Système tarifaire de l'électricité

Le système tarifaire de SONELGAZ 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 périodes les moins chargées.
- D'assurer une égalité de traitement de tous les abonnés d'un même niveau de tension ou de pression par la mise en place des tarifs à l'échelle nationale. (CREG, 2018)

4.1. Structure générale des tarifs

La structure de la tarification est un polynôme comportant un terme constant, un terme relatif à l'énergie et un autre à la puissance. Cette structure sert à calculer le montant de la facture électricité en hors taxes.

4.1.1. La structure de tarification est caractérisée par

- La minimisation des coûts de l'énergie électrique
- La modulation des prix de l'énergie selon les heures de son utilisation pour assurer une égalité de traitement de tous les clients d'un même niveau de tension
- L'incitation à l'effacement aux heures chargées de la journée en offrant plusieurs tarifs (rationaliser l'utilisation de l'énergie). [<http://www.sdc.dz/spip.php?article42>]

L'expression générale de la structure tarifaire est un polynôme comportant trois parties est schématisée comme suit :



Figure 2.1 : Composants de la formule tarifaire

1° terme **Redevances**

(1,2)

$$R = a + c.P_c + d.P_a + \sum eh . Eh + g. (\omega - r. E)$$

Montant

2° terme **Puissance**

3° terme **Énergie**

Où

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

a : Redevance fixe, Il concerne les frais mensuels liés à la gestion des clients (techniques et commerciaux). (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 à 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 h (c DA/kWh)

W : Energie réactive consommée au cours du mois (kVAR h/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 $r = 0,5$ ce qui correspond à un $\cos \varphi$ de 0,894. (Sagâa, 2008)

🚧 La puissance Mise à Disposition (PMD)

Réservée par la Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre au client en vertu d'un accord qu'il peut appeler selon ses besoins, à son gré et à tout moment (son unité de mesure est le kW). Elle est choisie par le client, en général avec le conseil de la Direction Commerciale et Marketing parmi les puissances normalisées, contractée pour une durée de 10 ans. (CREG, 2018)

Tableau 2.1 : Valeurs normalisées de la PMD (en KW)

Valeurs de PMD KW	50	80	120	320	500	750	1000	1500	2000	2500
	3000	3500	4500	5000	7500	10000	15000	20000	25000	30000
	35000	40000	45000	50000	60000	70000	80000	90000	100000	

La Puissance Maximum Appelée (PMA)

Elle est dite puissance absorbée ou atteinte. C'est le maximum de puissance demandée par le client durant le mois de facturation.

4.2. Périodes tarifaires

Les prix de l'énergie sont différenciés selon les heures d'utilisation. Les heures de la journée ont été regroupées en 3 postes horaires comme suit.

- **Pointe** : Tous les jours de l'année de 17h à 21h (correspond aux heures les plus chargées).
- **Heures pleines** : Tous les jours de l'année de 6h à 17h et de 21h à 22h30
- **Heures creuses** : Tous les jours de l'année de 22h30 à 6h (heures faiblement chargées). (CREG, 2018)

Tableau 2.2 : Périodes tarifaires

Triple tarif (3 Périodes Tarifaires)	Heures creuses (22h 30 → 6h) (7h 30/jour)	Heures pleines (6h → 17h) (21h → 22h30)	Heures pointes (17h → 21h) (4h/jour)
Double tarif (2 Périodes Tarifaires)	Heures hors pointe (21h → 17h) (20h/jour)		Heures pointe (17h → 21h) (4h/jour)
double tarif (2 Périodes Tarifaires)	Nuit (22h 30 → 6h) (7h 30/jour)	Jour (6h → 22h 30) (16h 30 /jour)	
Simple tarif Unique	Poste unique (24h/jour)		

4.2.1 Présentation des tarifs

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

- Une série de 30 représentant les abonnés de HT, elle contient les tarifs 31 et 32
- Une série de 40 représentant les abonnés MT, elle contient les tarifs 41, 42, 43 et 44
- Une série de 50 représentant les abonnés BT, elle contient les tarifs 51, 52, 53 et 54

Ces numéros de deux chiffres fonctionnent ainsi ; le premier indique la catégorie, et le second identifie le tarif à l'intérieur de la série.

Tableau 2.3 : Domaine de tension et Tarifs

Série de tarif	Domaines de tension	Courant alternatif (volt efficace)	Tarifs
30	Haute Tension (HT)	60 kV, 90 kV, 220 kV	31 et 32
40	Moyenne Tension (MT)	5,5 kV, 10 kV, 22 kV, 30 kV	41, 42, 43 et 44
50	Basse Tension (BT)	220 – 400V	51, 52, 53 et 54

4.2.2 Tarifs de la puissance et de redevance fixe

La facturation de l'électricité livrée par les sociétés de distribution chargée de la commercialisation se fait uniformément sur tout le territoire national, sur la base des tarifs hors taxes ci-après (CREG, 2016)

Tableau 2.4 : tarifs applicables aux clients Moyenne tension

Code Tarif	Redevance Fixe (DA/Mois)	prix de la puissance DA/kw/mois		prix de l'Energie Active cDA/kwh (cDA / kWh)		prix de l'Energie réactive(cDA/kVARh)	
		PMD	PMA			Malus	Bonus
41	38673.35	25,85	116,15	Pointe	872,02	45.53	9.11
42	515,65	38,70	180,58	Pleine	193,76	45.53	9.11
43	515,65	38,70	154.56	Nuit	102,40	45.53	9.11
44	515 ,65	38,70	180,58	Unique	375,62	45,53	9,11

Tableau 2.5 : tarifs applicables aux clients hauts tension

Code Tarif	Redevance Fixe (DA/Mois)	prix de la puissance DA/kw/mois		prix de l'Energie Active cDA/kwh (cDA / kWh)		prix de l'Energie réactive(cDA/kVARh)	
		PMD	PMA	Pointe	Pleine	Malus	Bonus
31	505413.28	37.93	189.46	Pointe	660.85	31.01	6.20
				Pleine	136.62		
				Nuit	59.03		
32	505413.28	100.94	505.38	Unique	136.94	31.01	6.20

4.2.3 Courbe de charge quotidienne

Les appels de puissance enregistrés par SDC au cours des 24 heures ont fait ressortir les constatations suivantes :

- Des périodes de très forte demande de puissance,
- Des périodes de forte demande de puissance,
- Des périodes de faible demande de puissance.

Ces appels ont été schématisés sur un graphe appelé courbe de charges dont la configuration est donnée ci-après.(DOC 14)

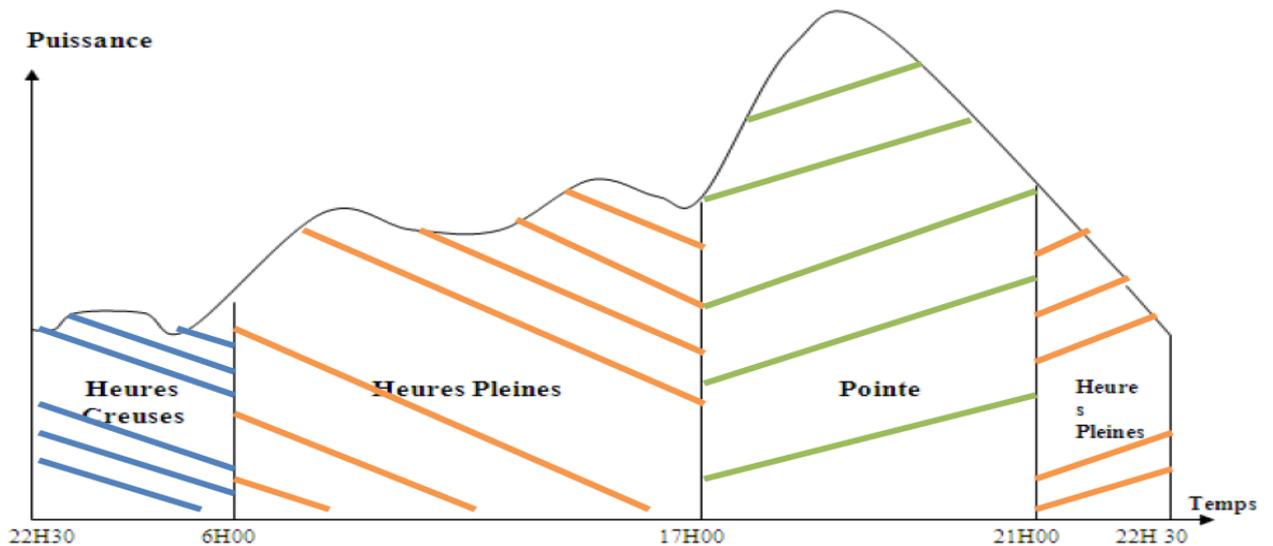


Figure 2.2 : courbe de charge quotidienne (MT)

Nous avons pu élaborer la courbe de charge de la journée 22/02/2020 pendant 24h au niveau de l'usine avec la coopération du service électrique

Pendant notre étude dans l'usine de la cimenterie CILAS de Biskra on a touché pratiquement le cas Haut tension (HTB), expliqué dans la courbe suivants :

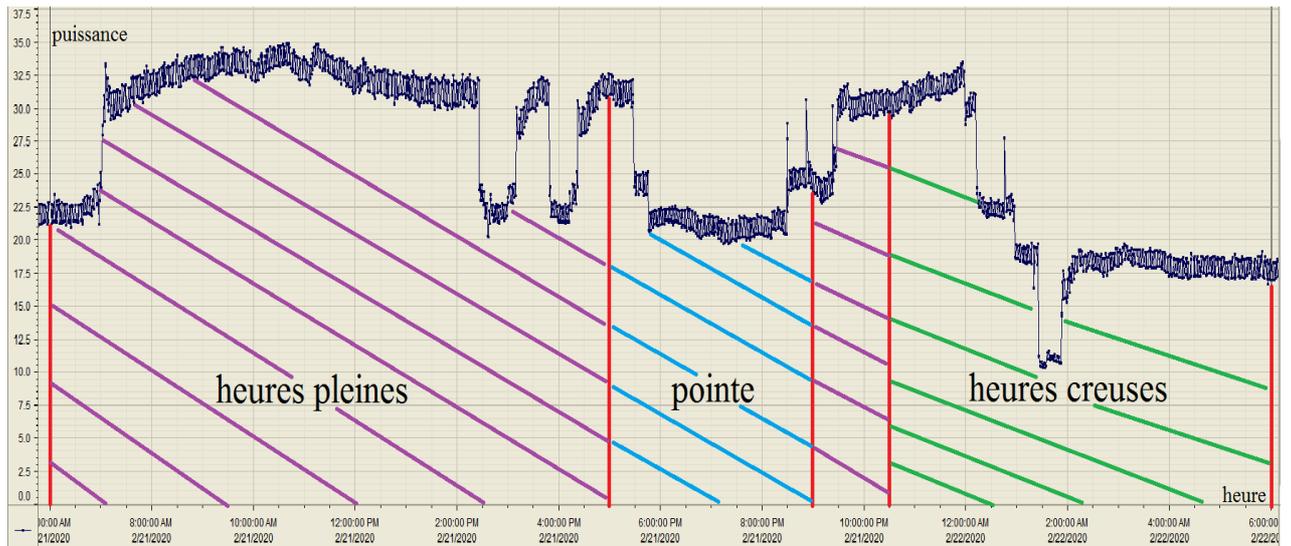


Figure 2.3 : courbe de charge quotidienne (HTB), consulté le 22/2/2020

Interprétation

Selon La courbe ci-dessous nous pouvons voir une variation de la consommation de l'énergie électrique par rapport aux périodes tarifaire en termes des heures de jour (24H)

Cette variation nous a permis de faire les remarques suivantes dans la période : selon les périodes

- heures pleines : la consommation de l'énergie électrique est forte entre l'heure 6Am et 7Am, très forte de l'heure 7Am et 2 :30Pm, 9Pm à 10 :30Pm et de l'heure 2 :30Pm et 5Pm Variable de forte et très forte.

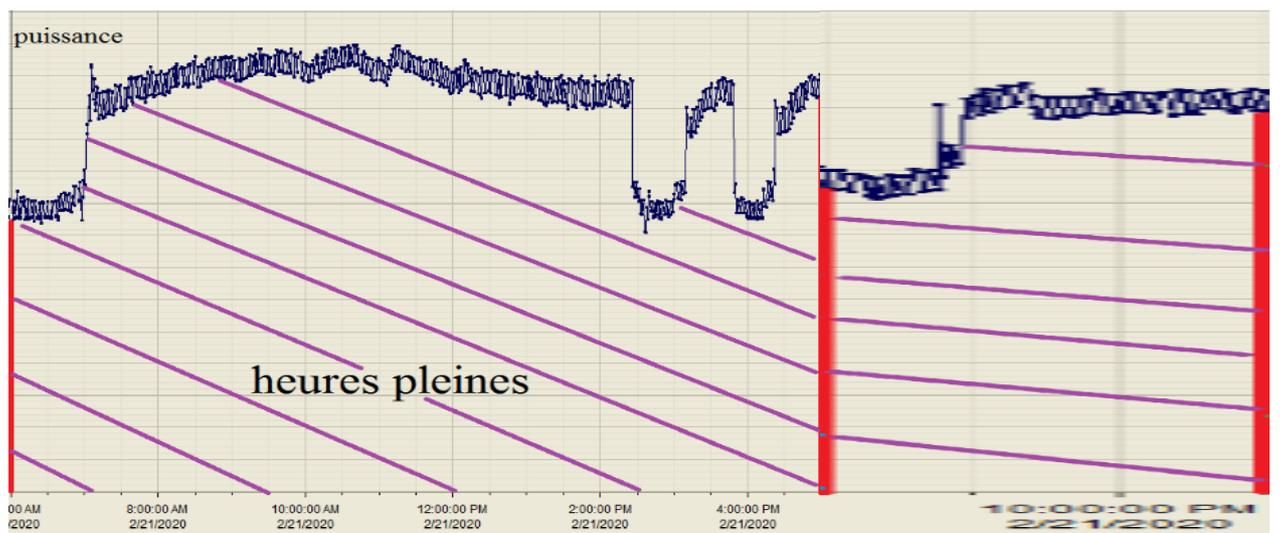


Figure 2.4 : profile de la consommation électrique durant les heures pleines

- heures Pointé : la consommation de l'enrage électrique est très fort de l'heure 5 pm à 5 :30Pm et fort de l'heure 5 :30Pm à 9Pm.

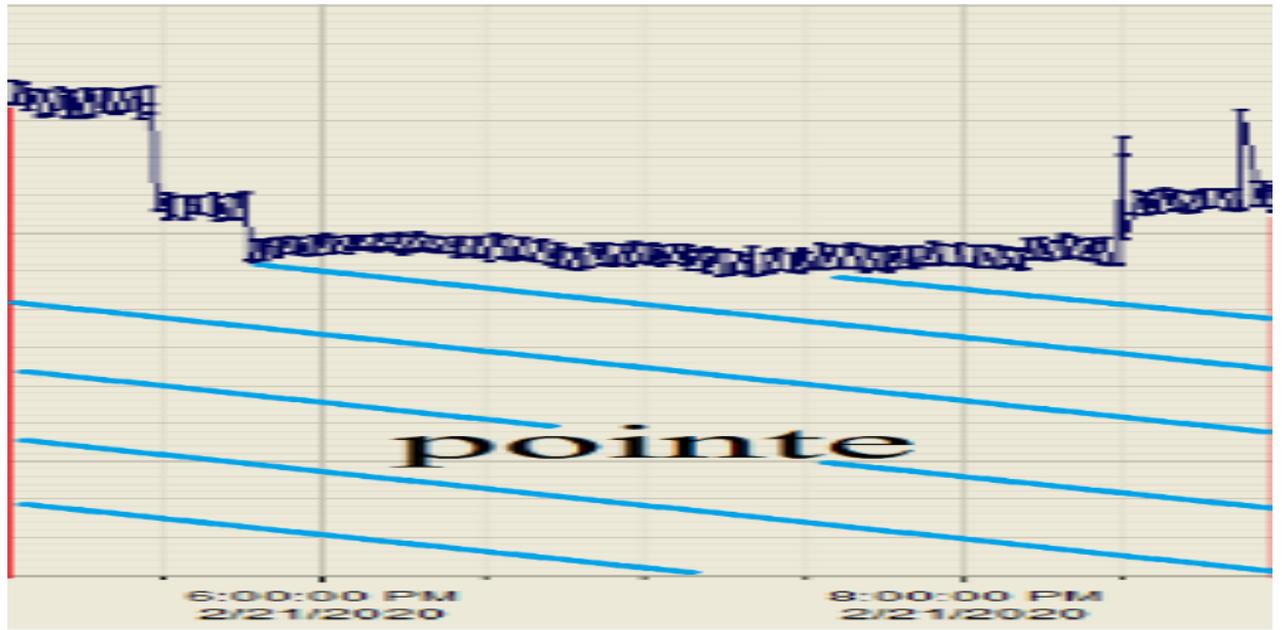


Figure 2.5 : profile de la consommation électrique durant les heures pointe

- heures creuses la consommation de l'enrage électrique est très fort De l'heure 10Pm à 12Am, fort de l'heure 12Am à 1:30Am et de l'heure 2Am à 6Am et fable consommation de l'heure 1 :30Am à 2Am

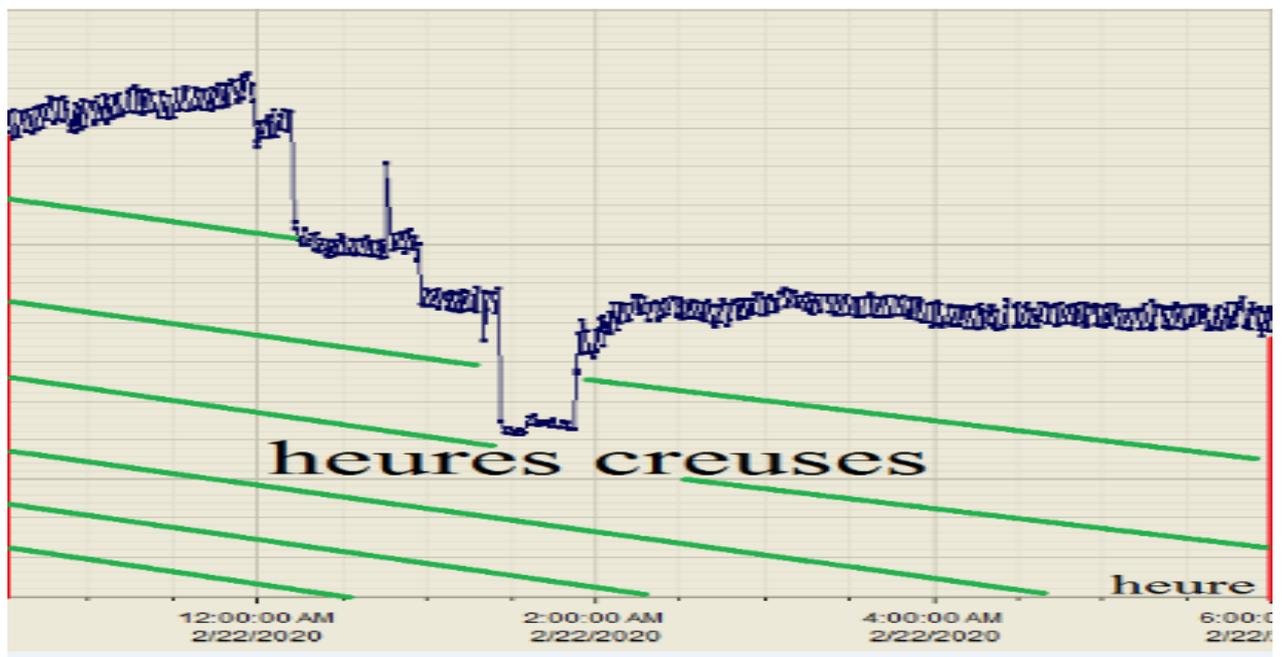


Figure 2.6 : profile de la consommation électrique durant les heures creuses

5. Comptage et Compteurs Électrique

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. (Site officiel du groupe industriel européen, 2016)

5.1. Principe de comptage

Il est utilisé par les fournisseurs d'électricité afin de comptabiliser la consommation en énergie du client. À l'origine ces appareils étaient de conception électromécanique, ils sont remplacés dorénavant par des compteurs électroniques.

Les nouvelles versions de compteurs électriques sont de type communicant appelé parfois compteurs intelligents. (ZELLAGUI, 2018)

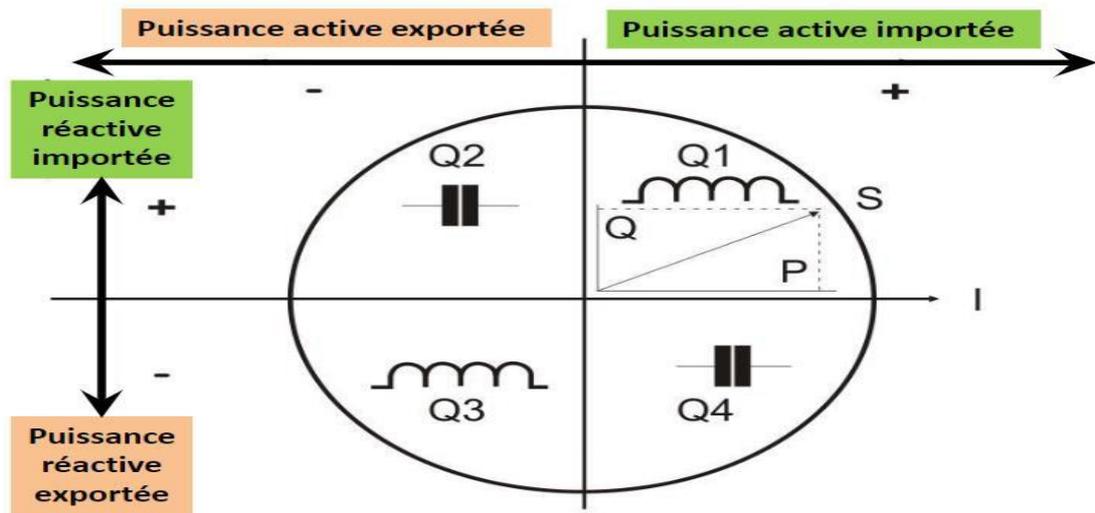


Figure 2.7 : Comptage quatre quadrants

5.2. 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.

Le plan de comptage est une démarche cyclique d'amélioration continue représentée par une "Roue de Deming". (ADEME, 2014), illustrée par la figure suivant

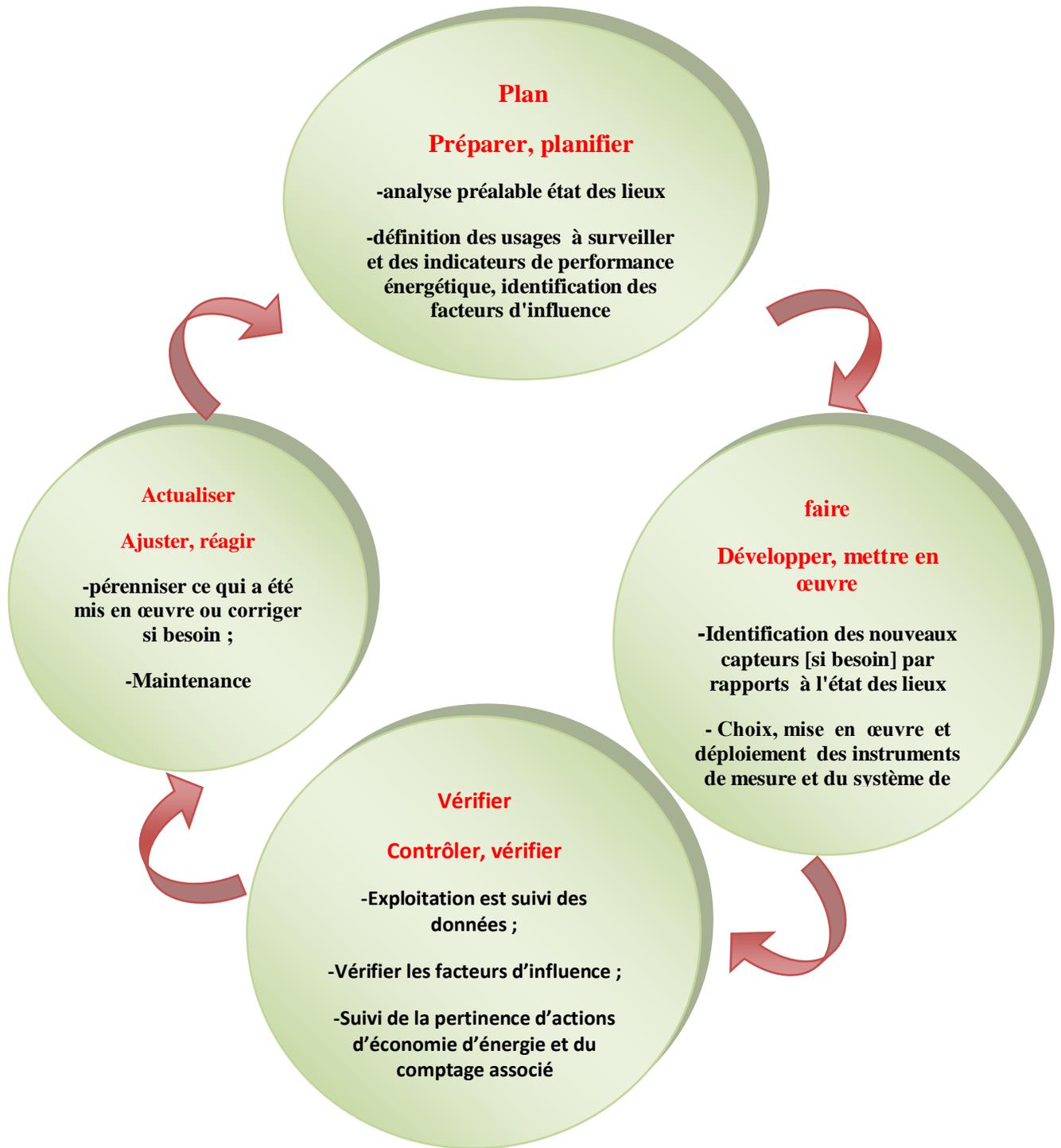


Figure 2.8 : mise en place d'un plan de comptage

5.3. Appareil de mesure 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.

Technologies : On distingue trois types d'Appareil de mesure :

a) Compteurs électromécanique (classique)

Ce sont les plus anciens compteurs. On les reconnaît à leur disque qui tourne proportionnellement à l'énergie consommée. Ils se fixent à l'aide de trois points d'attache. Il s'agit de la première génération de compteurs installés. (Site officiel du groupe industriel européen, 2016)

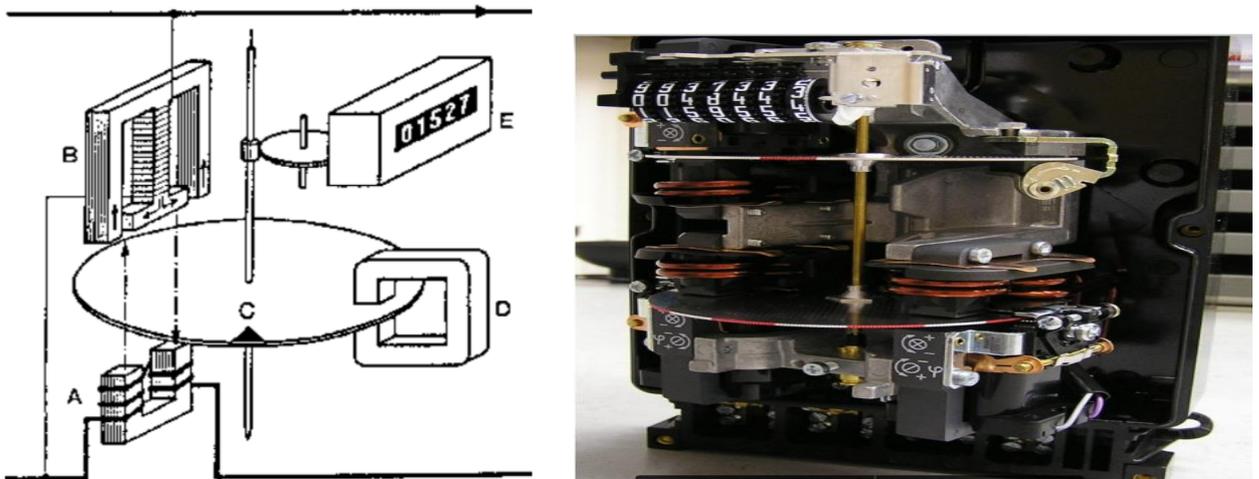


Figure 2.9 : Compteur classique

- (A) Bobine courant
- (B) Bobine tension
- (C) Disque (courants de Foucault)
- (D) Aimant permanent
- (E) Afficheur

Remarque : ce type de compteur a presque disparu

b) Compteur électronique

Le système de comptage électronique est souvent moins encombrant que le compteur classique et très précis, on peut le programmer avec des tarifs qui varient selon la demande du client, Le fonctionnement se fait à l'aide d'un shunt. La tension mesurée aux bornes de ce shunt est proportionnelle à l'intensité qui le traverse.

Il s'agit de la deuxième génération des compteurs installés, on peut le gérer à distance (les compteurs intelligents).(Site officiel du groupe industriel européen, 2016)

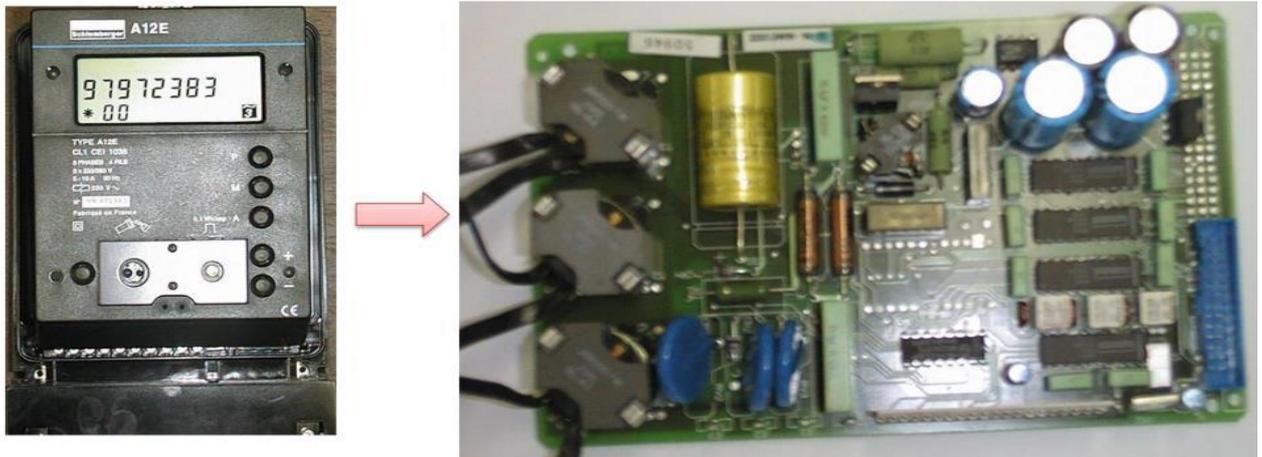


Figure 2.10 : Comptage Electronique

c) Compteur intelligent

Le compteur intelligent est le compteur de la nouvelle génération qui sert à mesurer la consommation d'énergie, capables de communiquer avec une base de données centrale et d'être relevés automatiquement à une fréquence choisie (chaque mois / semaine / jour / heure) et Il peut être piloté à distance. (Site officiel du groupe industriel européen, 2016)



Figure 2.11: compteur intelligent

5.4. Types de comptage

✚ Comptage de type A

- ✓ Réalisé sur la basse tension pour un abonné HTA,
- ✓ La puissance du transformateur est inférieure ou égale à 630 KVA,
- ✓ PMD Inférieure ou égale à 500 KW

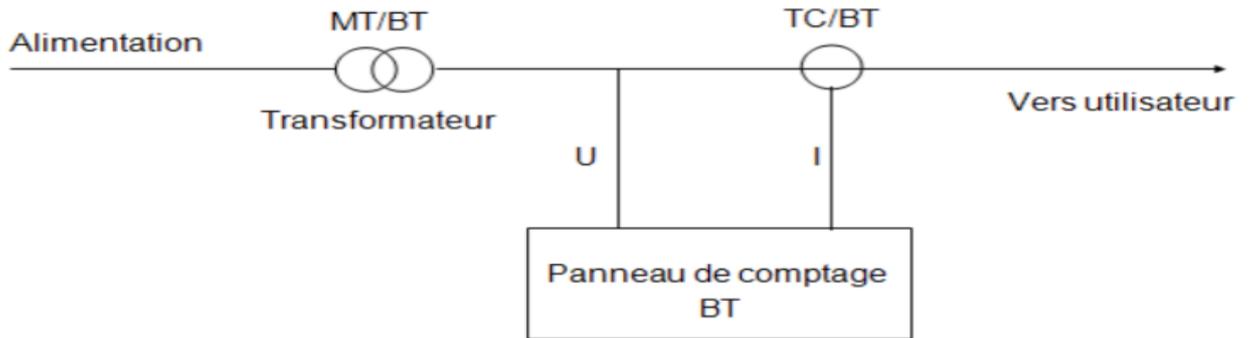


Figure 2.12: Comptage de type A

✚ Comptage type B

- ✓ Il est réalisé sur la moyenne tension en amont du transformateur,
- ✓ La Puissance du transformateur : $630 \text{ KVA} < \text{STR} \leq 2500 \text{ KVA}$,
- ✓ PMD supérieure à 500 KW et inférieure ou égale à 2000 KW,
- ✓ Ou dans le cas de deux ou plusieurs transformateurs :
 - $\text{STR} \leq 630 \text{ KVA}$,
 - $\text{PMD} \leq 500 \text{ KW}$

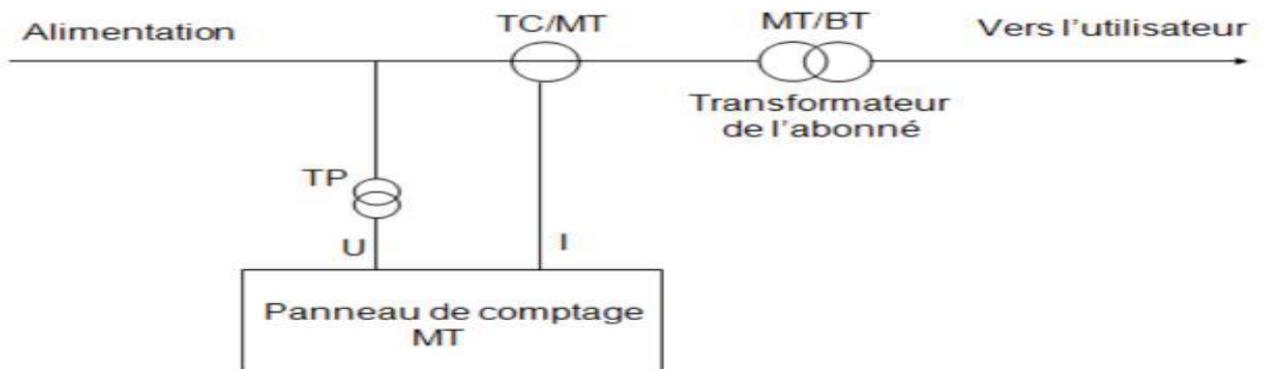


Figure 2.13 : Comptage de type B

✚ Comptage type C

- ✓ Le client étant un abonné HTA ou HTB,
- ✓ Le comptage sera réalisé sur la moyenne tension en amont du transformateur de l'abonné,
- ✓ Pour une puissance du transformateur supérieure à 2500 KVA
- ✓ PMD supérieure à 2000 KW.

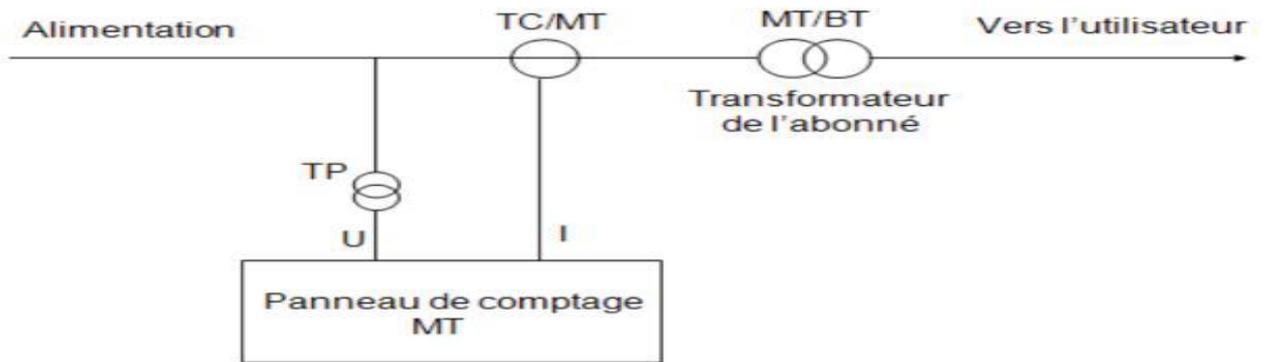


Figure 2.14 : Comptage de type C

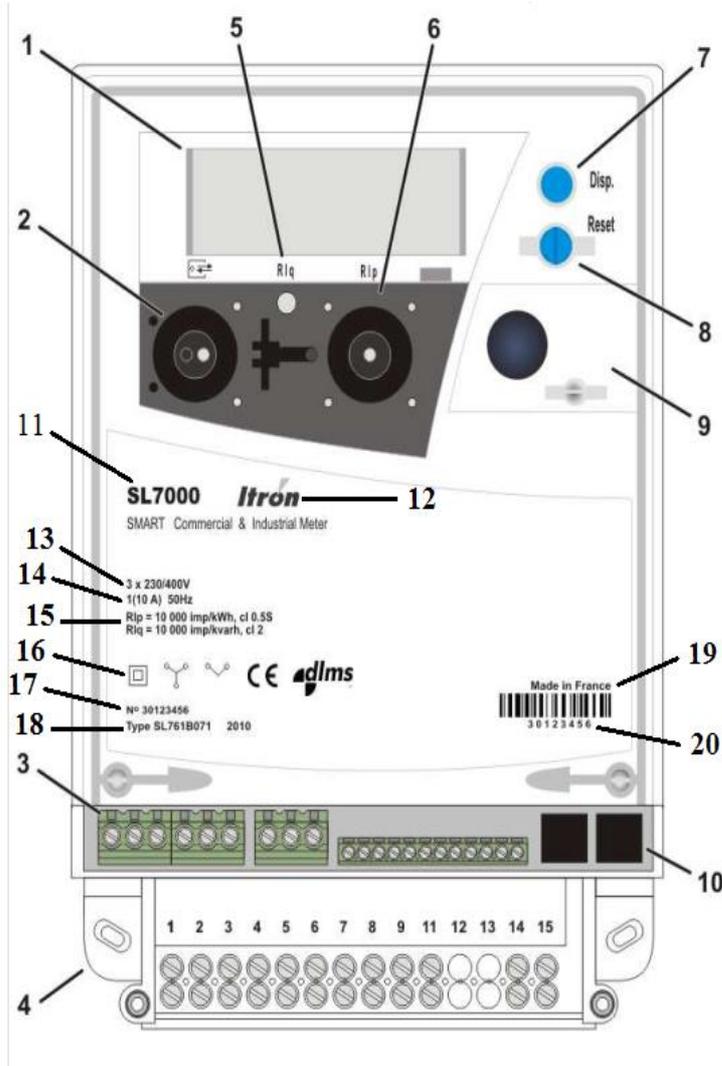
5.5. Compteur ITRON SL7000

Le comptage au l'usine de CILAS est réalisé par le biais du compteur numérique << ITRON SL7000 >>



Figure 2.15 : compteur ITRON SL7000

Constitution de compteur ITRON SL7000



- (1) Affichage à cristaux liquides
- (2) Port de communication infrarouge
- (3) borniers d'E /S auxiliaires
- (4) Bornier de câblage principal
- (5) LED de métrologie de puissance réactive
- (6) LED de métrologie de puissance active
- (7) Bouton poussoir d'affichage
- (8) Bouton de réinitialisation
- (9) Support de batterie
- (10) ports de communication série
- (11) Nom commercial
- (12) Nom du fabricant
- (13) Tension nominale
- (14) Intensité et fréquence nominales / maximales

(15) Constante de métrologie et classe de précision

(16) Symboles appropriés (CEI 62053-52) identifiant la classe d'isolation, les éléments de mesure et autres caractéristiques pertinentes

(17) Numéro de série unique du fabricant

(18) Code de produit légal de mètres et date de fabrication

(19) Lieu de fabrication

(20) Numéro de série du compteur - code à barres et format numérique

Ce numéro peut être le même que le numéro de série du fabricant (17) ou être spécifié par le client numéro d'identification

6. Mode de facturation

Pour avoir une idée client sur les déferents factures, nous présentons deux types selon le niveau de tension de service (MT, HT)

a) Mode de facturation des abonnés MT

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: 01/0805455806 **N°IS:** 096916010012742 **Dépannage Electricité:**
N° RIP: 0079999700003801062 **N° RB:** BNA BISKRA.00100386030030016118

CLIENT
Référence: 073152606155198 **N° Client:** 8296155
N° Poste: 235 **N° RC:** **N°IS:** 000000000000000 **Tél.:** 555222762
Désignation du lieu de consommation: PGE A EL HAGF EL MIET **Fax:**
Nom et Adresse du Destinataire de facture: AISSAQUI RACHID SALAH
 BP 76 ZERIBET EL OUED 07084 ZERIBET EL OUED 1ER

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

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

Er	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				

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 124.56%				
MAJORATION	2951	37.84		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)				7.05
Entretien de poste transformateur				7.05
Frais de coupure et remise				1.20
Montant prestation HT				100.00
TVA prestation taux 17 %				
Taxe d'habitation				
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

FACTURATION
 Veuillez régler avant le 08-12-2015 par :
 - Virement au compte CCP ou bancaire sus indique.
 - Cheque CCP ou bancaire adresse a notre unite.

Biskra, le 08-11-2015

Le Directeur

Contribution aux coûts permanents du système: 29.68 DA

TOTAL FACTURE 18002.99 DA

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 2.16 : facture MT

✚ Analyse de 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. (Sagâa, 2008)

6. le type de tarification

7. la consommation de l'énergie :

- A. La consommation de l'énergie active
- B. La consommation de l'énergie réactive
- C. La puissance maximale.

b) Mode de facturation des abonnés HT

Fourniture d'électricité
HAUTE TENSION



الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء والغاز
Société Algérienne de Distribution de l'Électricité et du Gaz

DIRECTION DE DISTRIBUTION DE BISKRA Tél n° : 033 65 62 73 Fax n° : 033 65 62 70

N°R.C. : 01/0805455B06 N°I.S. 096916010012742

N°R.I.B. : 001 00386 0300 000 441/85

Adresse : Boulevard Mohamed Boudiaf Biskra établie le 02 Avril 2019

Site web : www.sdc.dz FACTURE N° 01904001544

Référence : 070000700272197 **Tél n° :** **Fax n° :**
N° Client : 4090272 **Adresse lieu de consommation :** SPA CILAS
Poste n° : 111 **N° R.C. :** HAMMAM S. ELHADJ DJEMOUR07000
Nom et Adresse du destinataire de la facture :

Tarif : E31 **Comptage :** **Période de consommation du :** 01-04-2019 01-05-2019
ELEMENTS DE FACTURATION

ELEMENTS	QUANTITE	P.U. (cDA)	A DEDUIRE (DA)	A PAYER (DA)
Energie Active consommée	4393656	59.03		2593575.14
NUIT	2249824	660.85		14867961.90
POINTE	6155520	136.62		8409671.42
Energie Réactive	6463000			
Facteur de puissance				19691.35
MAJORATION	63500	31.01		1896500.00
Puissance mise à disposition	50000	3793.00		5733059.60
Puissance maximale atteinte	30260	18946.00		505413.28
Prime fixe				
Montant énergie Hors taxes				34025872.69
TVA énergie			Taux 19%	6464915.81
Location (comptage, transformateur)				200.00
Entretien du poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestations Hors taxes				
TVA prestations			Taux 19%	
Taxe d'habitation				
Intérêts moratoires				
Taxe sur consommation énergie 0.03 DA/kWh		0.03		383970.00
TOTAL FACTURE				40874958.50

Contribution aux coûts permanents du système 0.0075DA/kWh (inclus dans le montant global) : 95992.50DA
 La présente facture est arrêtée à la somme de : Quarante Million Huit Cent Soixante Quatorze Mille Neuf Cent Cinquante Huit Dinacentime(s)te

Veuillez régler avant le par :
 • Virement au compte bancaire sus indiqué
 • Chèque bancaire adressé à la SDC
 Conformément à votre demande, le montant de cette facture sera prélevé par traite N°
 Le Sur le compte N°

Biskra, le 02 Mai 2019
 Le Directeur de Distribution

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 2.17 :Facture Haute Tension (l'usine cilas)



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

Fourniture d'électricité
HAUTE TENSION

DIRECTION DE DISTRIBUTION DE BISKRA Tél n° : 033 65 62 73 Fax n° : 033 65 62 70
 N°R.C. : 01/0805455B06 401904001544 Avril 2019
 N°R.L.B. : 001 00386 0300 000 441/85 **FACTURE N°** N°S. : 096916010012742 établie le
 Adresse : Boulevard Mohamed Boudiaf Biskra Le Detail de la Facture
 Site web : www.sdc.dz

Référence :

N° Client : 070000700272197 **Tél n° :** **Fax n° :**

Adresse lieu de consommation : 4090272 **N°R.C. :**

Poste n° : **SPA CILAS**

Nom et Adresse du destinataire de la facture : SPA CILAS 07000

Tarif : **Catégorie :** 1 **Période de consommation du :** 01-03-2019 01-04-2019
Detail de la consommation

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	0001	1000.00	132052	136446	60617	62867	196844	203000
ACTIF-MONO-1	0002	1000.00	130446	134733				28
ACTIF-MONO-2	0003	1000.00	132850	137187				29
ACTIF-MONO-3	0004	1000.00	126218	130393				
REACTIF-S-T	0005	1000.00	59336	57444	110667	115022		30
IND PUISSANCE	0006	1.030260.00						

Consommation (KWH)

Total Nuit :	4393656
Total Pointe :	2249824
Total Pleine :	6155520
Energie Réactive :	6463000

SDC. Société par actions au Capital Social de 15 000 000 000 DA - RC n° 06B0805455-00/09
 Siège social : Boulevard Mohamed Boudiaf Blida - Tél : 025 41 60 35 à 42 - Fax : 025 31 40 34
 Société du groupe Sonelgaz

Figure 2.18 : Annexe de la Facture Haute Tension (l'usine cilas)

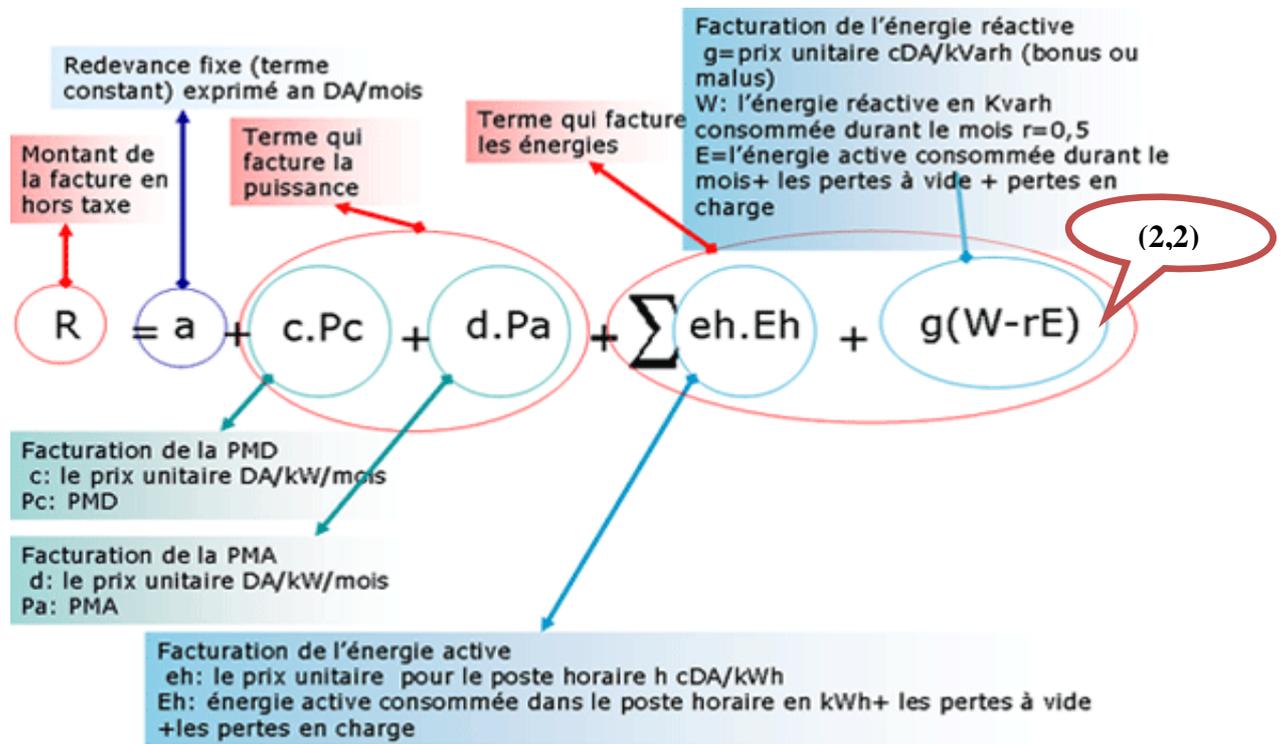
✚ Analyse de facture (HT):

- 1- numéro de la facture
- 2- mois de consommation
- 3- identification du distributeur (direction commercial et marketing SDC)
- 4- référence du contrat dans le fichier SDC
- 5- numéro client dans le fichier SDC
- 6- adresse lieu de consommation
- 7- adresse du destinataire de la facture
- 8- tarif appliqué
- 9- numéro du comptage (départ)
- 10- date début de la période de facturation
- 11- date fin de la période de facturation
- 12- consommation en heures creuses (nuit)
- 13- consommation en heures de pointe
- 14- consommation en heures pleines
- 15- énergie réactive consommé
- 16- énergie réactive à facteur
- 17- puissance mise à disposition contractuelle
- 18- puissance maximale atteinte (PMA)
- 19- TVA énergie 17%
- 20- TVA prestations 19%
- 21- montant de votre facture
- 22- montant de la facture en toutes lettres
- 23- date d'établissement de la facture
- 24- date limite de paiement
- 25- modes de paiement
- 26- numéro de compteur

- 27- coefficient de lecture
- 28- index énergie active par postes horaires
- 29- index énergie active par phases
- 30- index énergie réactive par postes horaires
- 31- valeur de la puissance maximale atteinte
- 32- énergie active à facture par postes horaires
- 33- totale énergie réactive consommée

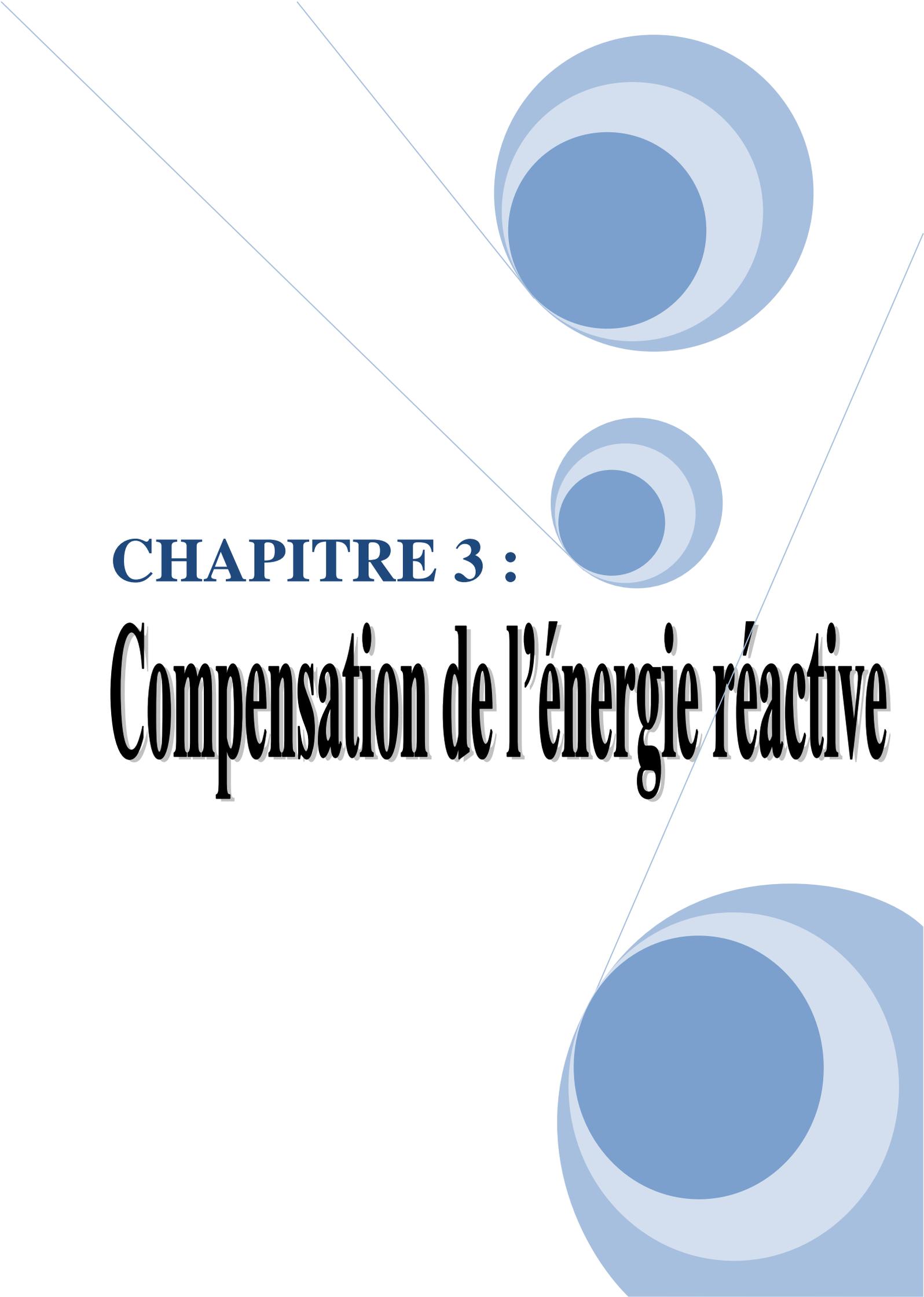
6.1. Calcul de la facturation

Le formule à la base du quelle, le calcul du cout de la facture se calcule est la suivant :
(CREG, 2018)



Conclusion

Dans ce chapitre on a entamé l'enchainement de la convention entre le fournisseur (SONELGAZ) et le client dès la présentation de sa demande jusqu'au branchement. Ainsi que l'analyse détaillée de la facture (MT, HT) et le comptage de l'énergie sans oublier le système de tarification.

The page features a decorative design with three large, overlapping blue circles of varying shades (dark blue, medium blue, and light blue) arranged vertically. Two thin, light blue diagonal lines cross the page, one from the top-left to the bottom-right, and another from the top-right to the bottom-left, intersecting the circles.

CHAPITRE 3 :

Compensation de l'énergie réactive

Introduction

L'ajustement entre l'offre et la demande doit être assuré pour un rendement optimal et une meilleure efficacité énergétique. En analysant notre facture pendant l'année 2019.

Dans ce chapitre on v' analyse détaillée des éléments des factures (année 2019) et étudier la notion de la puissance réactive en se basant sur son aspect physique et sa formulation mathématique.

Ainsi que une partie importante sera consacrée à la compensation de cette énergie afin d'améliorer les performances du réseau électrique et diminuer la facture énergétique d'une part et d'obtenir une exploitation optimale d'énergie d'autre part.

1. Stratégie de stage

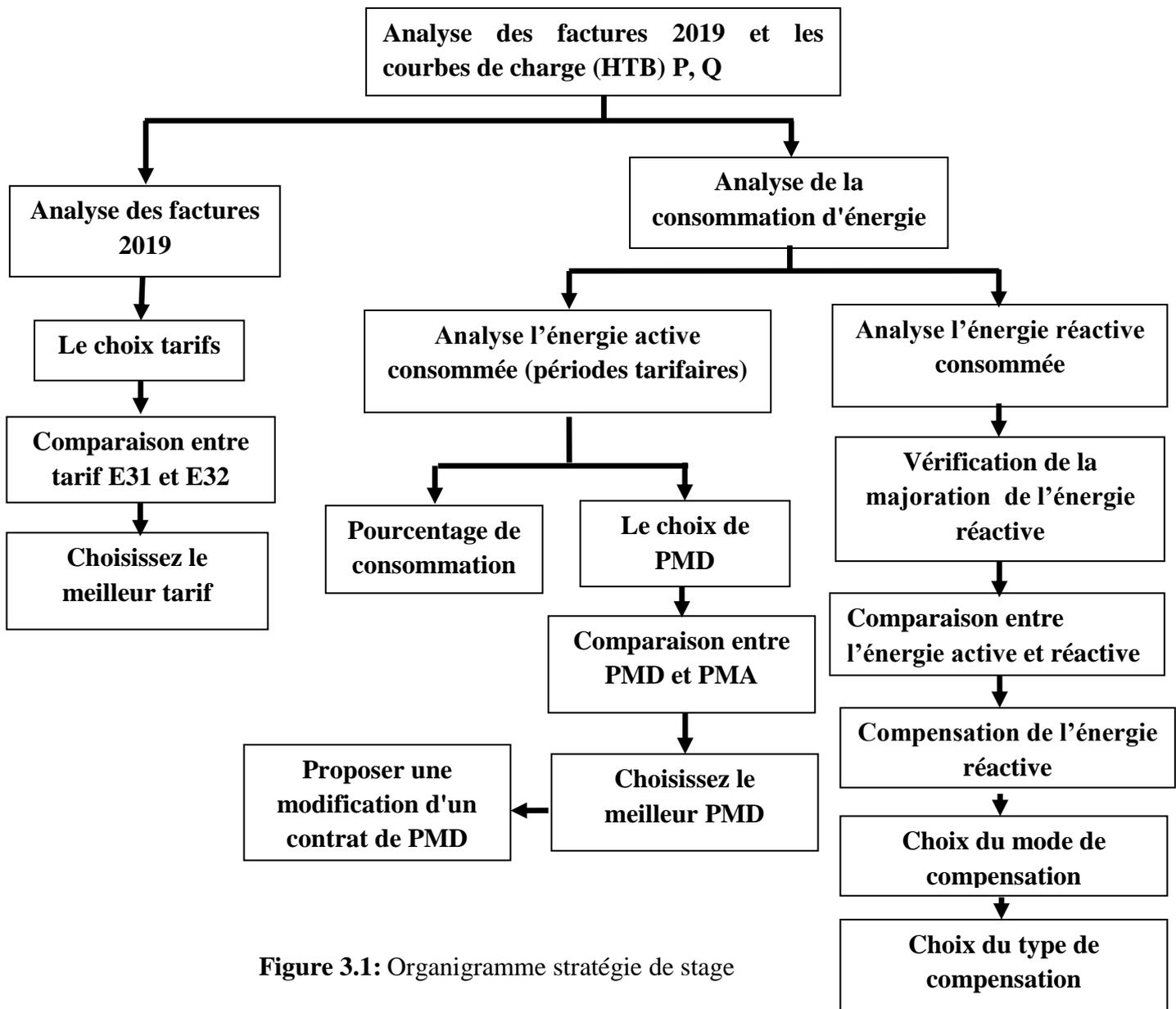


Figure 3.1: Organigramme stratégie de stage

2. Analyse des factures 2019 et les courbes de charge (P, Q)

2.1 Analyse la facture (janvier. 2019)

SONELGAZ (Electricité la haute tension) : 855573			
ELEMENTS		P.U (cDA)	1
Nuit (kWh)	Valeur	59,03	3 061 295,80
Pointe (kWh)	Valeur	660,85	15 629 102,50
Pleine (kWh)	Valeur	136,62	10 060 696,80
Bonification	Valeur	-6,20	Bonification
Majoration	Valeur	31,01	
Bonification/Majoration	Valeur		-5 983,00
Puissance mise à disposition	Valeur	3 793,00	1 896 500,00
Puissance maximale atteinte	Valeur	18 946,00	6 278 704,40
Prime fixe	Valeur	505 413,28	505 413,28
Montant Prestations Hors Taxes	Valeur	200,00	200,00
Taxe sur consommation énergie (0,02 DA/kWh)	Valeur	0,03	447 450,00
TVA Bonification	Valeur	19%	-1 136,77
TVA Montant Energie Hors Taxes	Valeur	19%	7 112 025,43
Total Facture HT	Valeur		37 873 379,78
Total Facture TVA	Valeur	montant de	7 110 888,66
Total Facture TTC	Valeur	facture	44 984 268,44

Figure 3.2: Facture avec tarif E31 [DA]

2.2 Choix tarifs

Pour établir une comparaison entre la facturation d'après les deux tarifs (E31, E32), le cout est la base de comparaison, qui est présentée ci-dessous

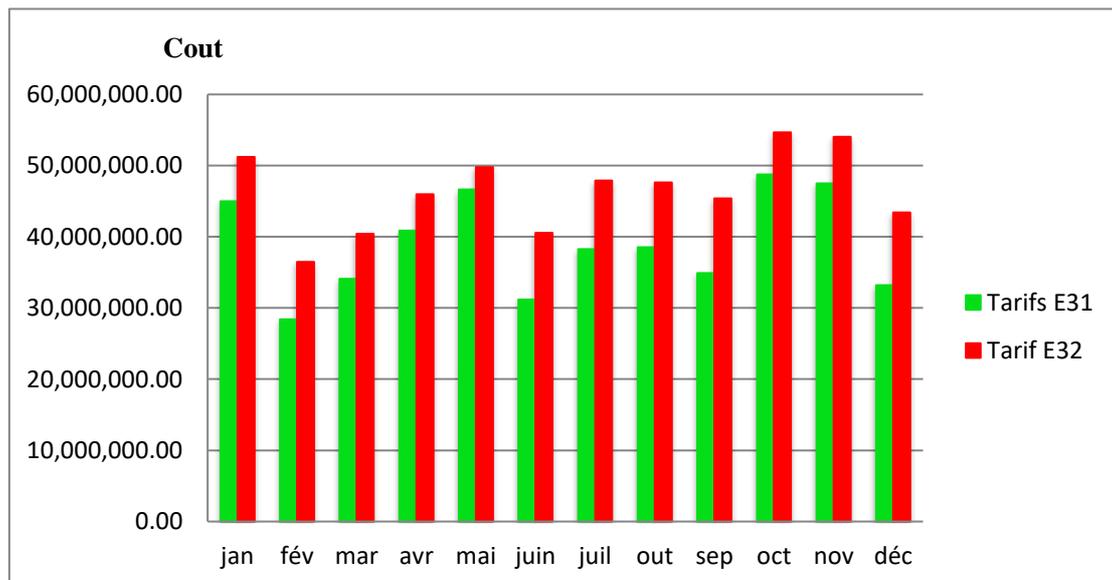


Figure 3.3 : Histogramme de la comparaison entre les deux tarifs

Interprétation

Selon l'histogramme on remarque que le tarif E31 présente le cout minimal de la facture par rapport E32 ce que coïncide avec le choix de l'entreprise d'où on peut conclure que le choix de type tarification (E31) adopte par l'usine sujet d'étude est justifier.

2.3 Analyse de la consommation d'énergie

2.3.1 Analyse l'énergie active consommée (périodes tarifaires)

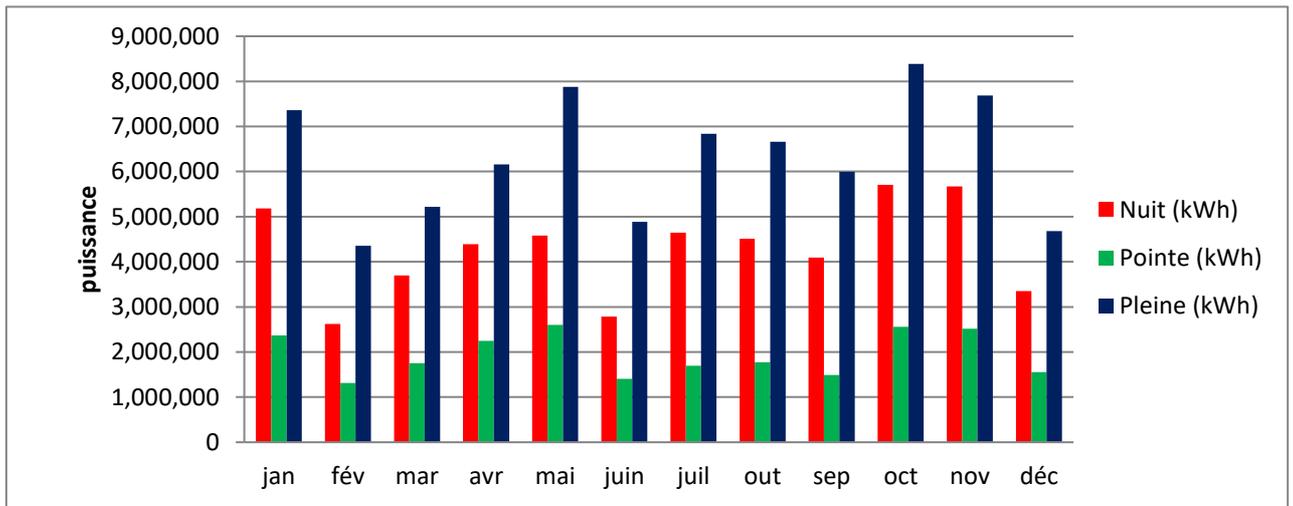


Figure 3.4 : Histogramme de l'analyse énergie active consommée

Interprétation

On remarque que la consommation de l'énergie est très fort dans la période pleine, fort dans la période pointe et fable dans la période nuit

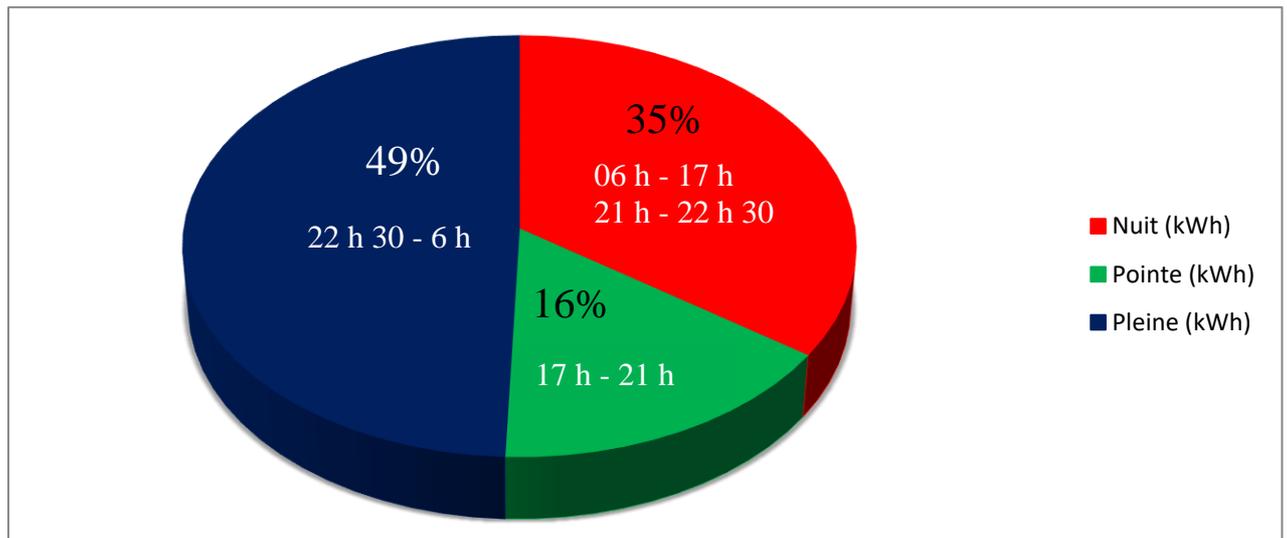


Figure 3.5 : pourcentage de consommation

2.4 Choix de PMD

La puissance mise à disposition (PMD) est variée d'une usine à l'autre, et choisie en fonction de la taille de l'usine et la capacité de production.

Dans l'usine de **CILAS** la puissance **PMD** est **50000 kw**, et ce choix est dû au fait que l'usine est grande et a une grande capacité de production.

a. Adaptation de la PMD

Après l'étude nous constatons que la valeur de puissance mise à la disposition (**50 000kw**) ne dépasse pas celle demandée avec il ya une convergence de valeur de la puissance consommé par le client pour tous les mois de l'année.

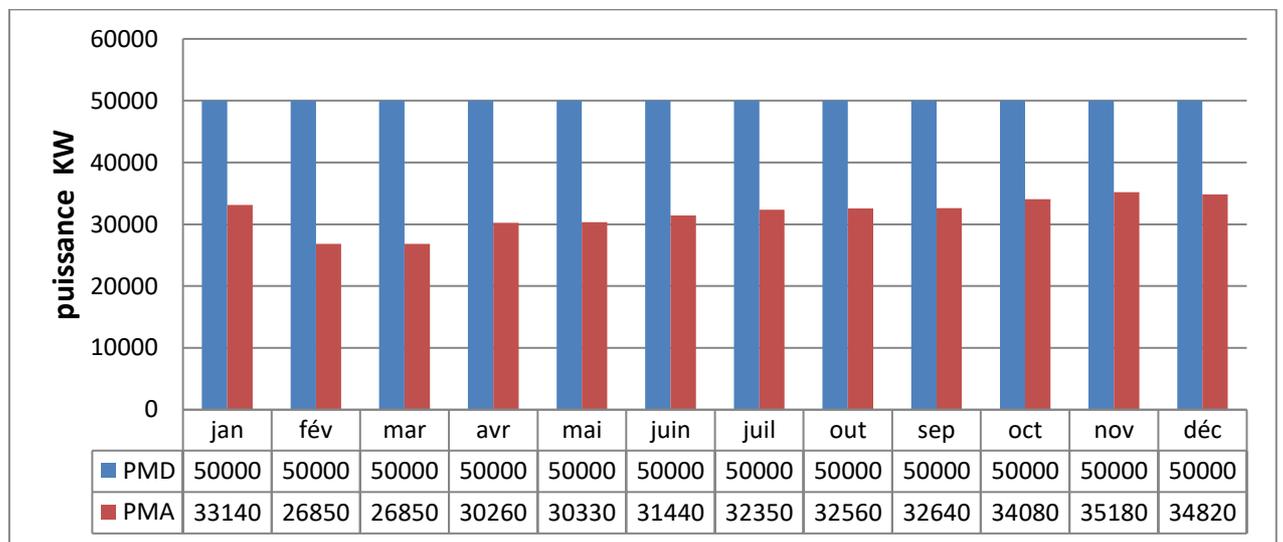


Figure 3.6 : Histogramme de l'analyse **PMD / PMA**

Interprétation

L'analyse de la PMD (puissance mise à disposition) et de la PMA (Puissance Maximale Appelée) montre que durant la période allant de janvier à décembre la valeur $PMD > PMA$.

A cet effet, il est préférable de réduire les PMD de **50 000 à 40 000 kw** ce qui donne 10 000 kw de gains par mois ce qui représente un gain annuelle **4551600.00DA** Et nous gagnons de 2016 à 2020 un montant **18206400.00 DA**

Avec le régime actuel de fonctionnement le client doit présenter une demande à la SONELGAZ pour la réduction de sa PMD de 50 000 kw à 40 000kw

1.2.2. Analyse l'énergie réactive consommée

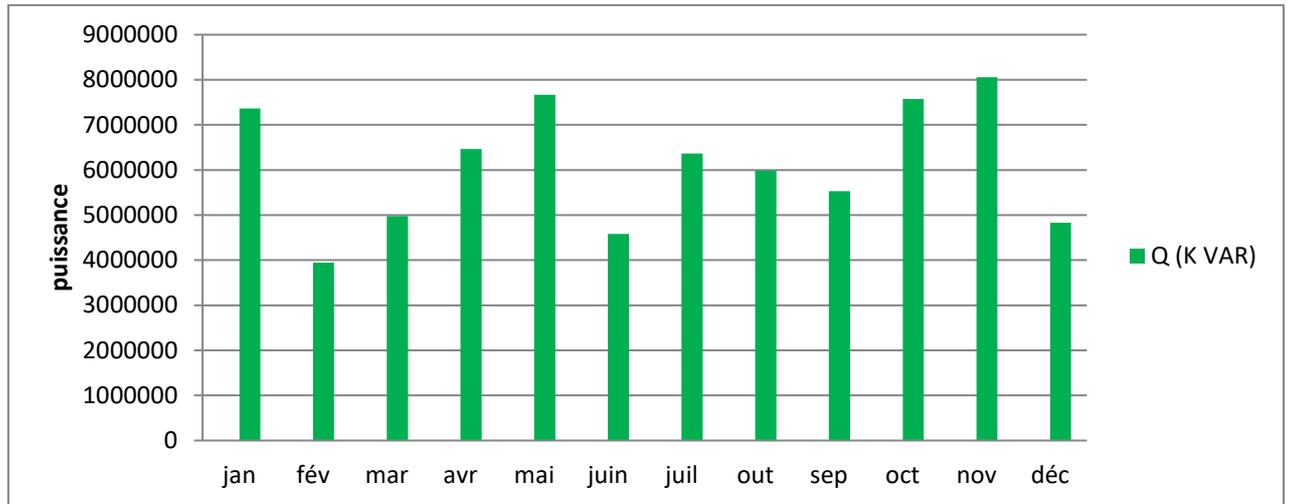


Figure 3.7 : Consommation énergétique pendant une année

Interprétation

Pour éviter la pénalisation le client doit impérativement compenser son énergie réactive pour améliorer son facteur de puissance.

2.5 Vérification de la majoration de l'énergie réactive

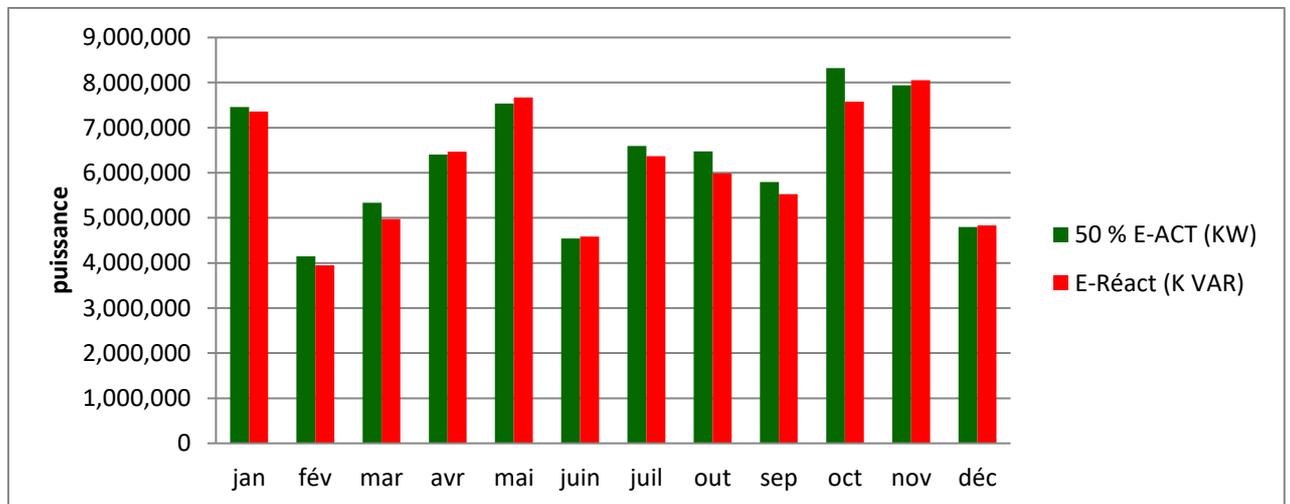


Figure 3.8: Histogramme de comparaison entre l'énergie active et réactive

Interprétation

On constate dans l'histogramme suivant il n'y a pas de dépassement de la limite autorisée par SONEGAS

Tableau 3.1: cout de la bonification d'énergie réactive

	jan	févr	mar s	avril	mai	juin	juin	aout	sep	oct	nov	déc
bonification réactive	96500	60000	80000	90000	100000	80000	90000	90000	85000	95000	95000	80000
bonification (DA)	-5983,00	-3720,00	-4960,00	-5580,00	-6200,00	-4960,00	-5580,00	-5580,00	-5270,00	-5890,00	-5890,00	-4960,00

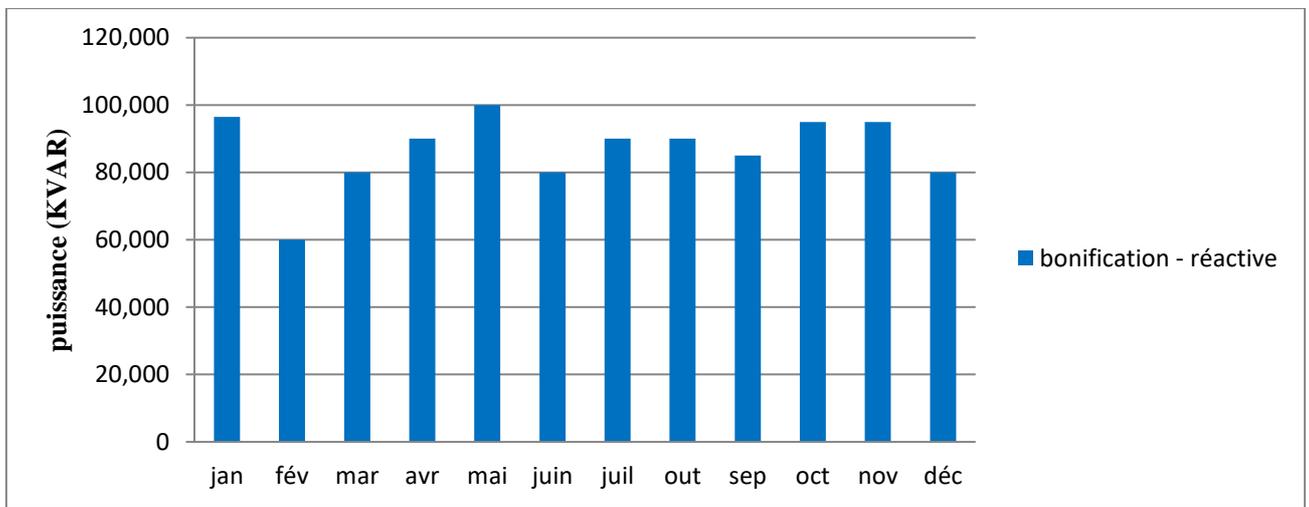


Figure 3.9: histogramme de la bonification d'énergie réactive

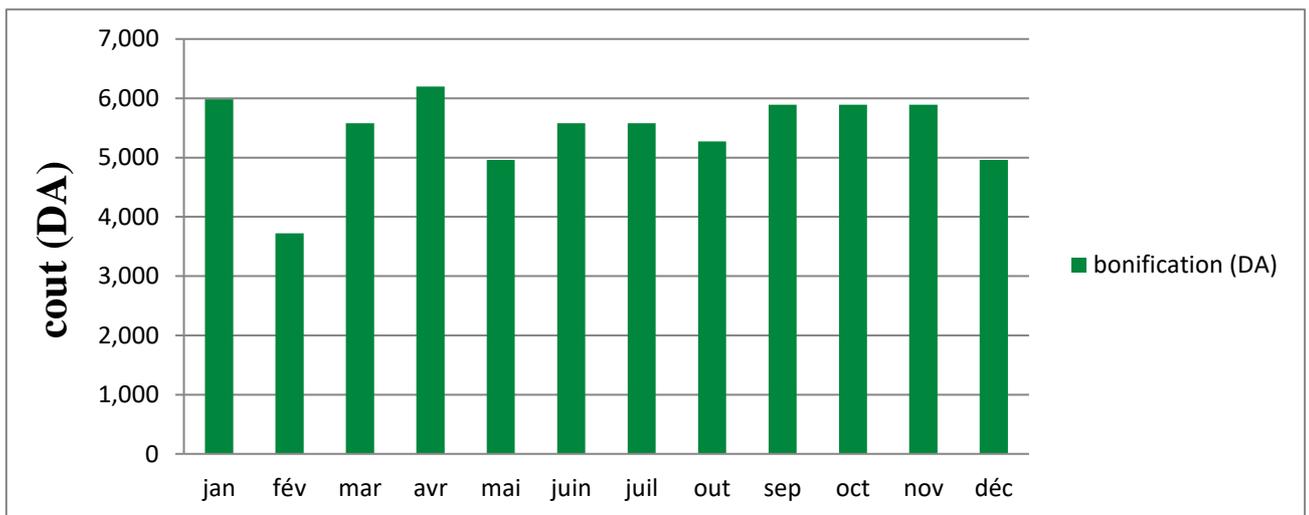


Figure 3.10: histogramme du Coût de bonification d'énergie réactive

Interprétation

Les histogrammes présentent successivement la bonification de l'énergie réactive et son cout durant l'année 2019.

On remarque clairement, il n'y a pas dépassement de la consommation de l'énergie réactive, cela est dû à la stratégie d'utilisation rationnelle et délibérée de l'énergie par l'entreprise pour exploiter les avantages offertes SONELGAZ

3. Coût de consommation

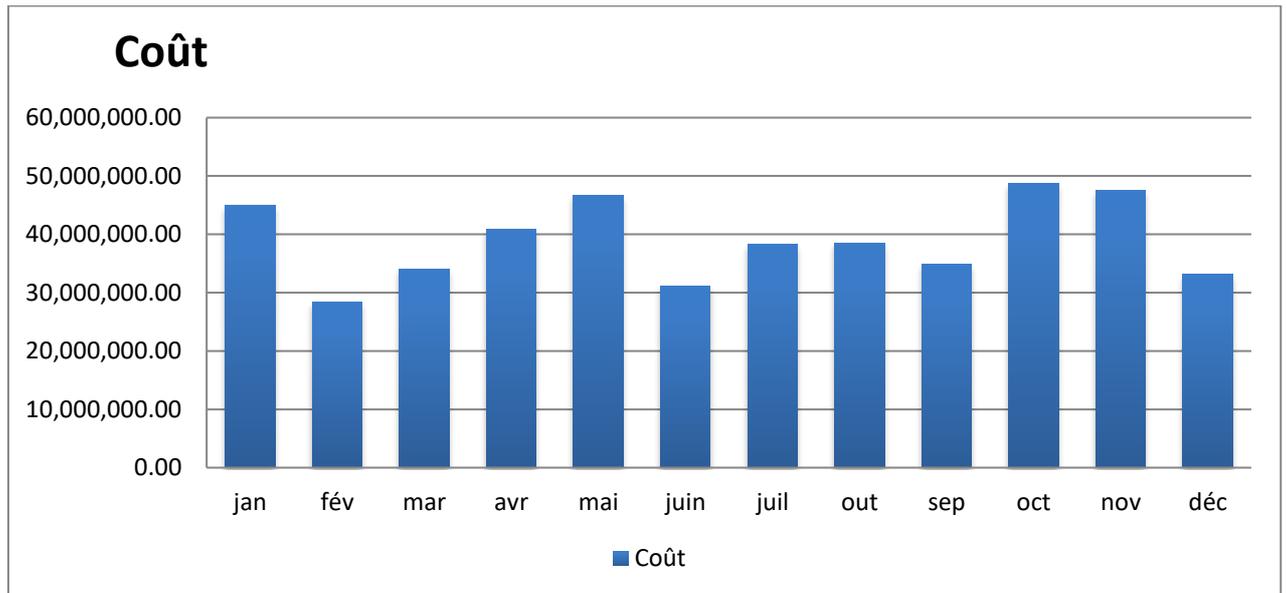


Figure 3.11 Graphique de coût pendant l'année 2019

Après l'analyse de graphique de coût attirer notre attention que :

- Pour les mois de janvier, mai, octobre et novembre le coût il est très élevé par contre
- pour les mois de février, juin et décembre le coût est faible

4 Compensation de l'énergie réactive

L'amélioration du facteur de puissance constitue sans doute un paramètre très important dans l'amélioration de la qualité de l'énergie du point de vue technique et économique,

4.1 But de la Compensation de l'énergie réactive

De nombreux récepteurs consomment de l'énergie réactive pour créer les champs électromagnétiques (moteurs, transformateurs, ballasts de tubes fluorescents, etc.).

Compenser l'énergie réactive, c'est fournir cette énergie à la place du réseau de distribution par l'installation d'une batterie de condensateurs, source d'énergie réactive de puissance Q_c .

4.2 Les avantages sont multiples

- **Économie sur le dimensionnement** des équipements électriques car la puissance appelée diminue
- **Augmentation de la puissance active disponible** au secondaire des transformateurs
- **Diminution des chutes de tension** et des pertes en lignes
- **Économie sur la facture d'électricité**, en supprimant la consommation excessive d'énergie réactive
- **Retour sur investissement moyen de 18 mois**

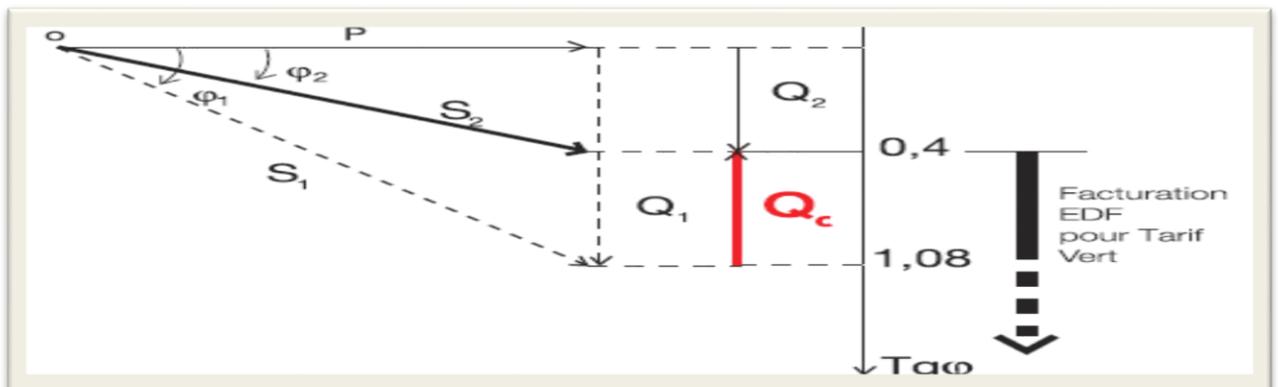


Figure 3.12 : Bilan des Puissances

P = Puissance active

Q = Puissance réactive **sans** compensation d'énergie réactive

S₁ = Puissance apparente **avant** compensation d'énergie réactive

φ₁ = Déphasage **sans** compensation

Q₂ = Puissance réactive **avec** compensation d'énergie réactive

S₂ = Puissance apparente **après** compensation d'énergie réactive

φ₂ = Déphasage **avec** compensation

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = P (\text{Tg}\varphi_1 - \text{Tg}\varphi_2)$$

4.3 Les puissances apparente, active et réactive

Les réseaux électriques à courant alternatif fournissent la puissance apparente **S** (kVA) qui correspond à la puissance appelée.

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Cette énergie se décompose en deux formes d'énergie :

La puissance active **P** (kW) : transformée en puissance mécanique (travail) et en chaleur (pertes).

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

La puissance réactive **Q** (kVAr) : utilisée pour créer des champs magnétiques.

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\phi$$

Les consommateurs de puissance réactive sont les moteurs asynchrones, les transformateurs, les inductances (ballasts de tubes fluorescents) et les convertisseurs statiques (redresseurs). (MAMMERI, 2011/2012)



Figure 3.13 : Composition vectorielle des puissances actif, réactif et apparent

4.4 Facteur de puissance $\cos(\phi)$

Par définition le facteur de puissance autrement **FP** dit le $\cos \phi$ d'un appareil électrique est égal au rapport de la puissance active **P** (kW) sur la puissance apparente **S** (kVA) et peut varier de **0** à **1**.

$$FP = \cos\phi = \frac{P \text{ (kW)}}{S \text{ (kVA)}}$$

- ✓ Un facteur de puissance **proche de 1** indique une faible consommation de l'énergie réactive
- ✓ Un facteur de puissance **égale à 1** ne conduira à aucune consommation de la puissance réactive (purement résistive).
- ✓ Un facteur de puissance **inférieur à 1** conduira à une consommation de la puissance réactive d'autant plus importante qu'il se rapproche de 0 (purement inductive).

4.4.1 Inconvénients d'un mauvais $\cos \varphi$

- ✓ Une surcharge ou un surdimensionnement de l'installation. En effet, si le $\cos \varphi$ diminue, l'intensité de courant en ligne augmente ce qui engendre l'augmentation des pertes d'énergie active dans les câbles.
- ✓ Augmentation de la puissance souscrite en kVA (contrat entre client et SDC).
- ✓ Entraîne une surfacturation SDC par une surconsommation ou une pénalité.
- ✓ Accroît les chutes de tension dans les câbles.
- ✓ Dégrade la capacité de transport de l'énergie électrique par les câbles

4.5 Problématique de l'énergie réactive au milieu industriel

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

- ✓ Les surcharges au niveau des transformateurs,
- ✓ L'échauffement des câbles d'alimentation et les dispositifs présentent un champ électromagnétique.
- ✓ Les pertes supplémentaires dans les lignes, les transformateurs
- ✓ Les chutes de tension importantes.
- ✓ Dégradation de la durée de vie des équipements et la diminution de leurs performances.
- ✓ La dégradation du facteur de puissance. (Schneider, 2013), (Theodore, 2006)

4.6 Avantages de la compensation d'énergie réactive

➤ Avantages économiques

Ces avantages sont liés à l'impact de la compensation sur l'installation et permettent d'évaluer le temps de retour sur investissement. Ces avantages sont les suivants :

- ✓ L'élimination des factures de surconsommation de puissance réactive.
- ✓ Réduction de la puissance souscrite en kVA.
- ✓ Réduction de la consommation de puissance active en kWh.

➤ Avantages techniques

- ✓ Diminution de la section des câbles
- ✓ Diminution des pertes en ligne

- ✓ Réduction de la chute de tension
- ✓ Augmentation de la puissance disponible

4.7 Choix du mode de compensation

La compensation de l'énergie réactive peut être réalisée sur tout point d'une installation. Chaque méthode où elle sera installée suivra une stratégie différente pour obtenir l'amélioration du facteur de puissance.

a) Compensation globale

La batterie de condensateurs est raccordée en tête de l'installation et reste en service de façon permanente. Ce mode de compensation convient lorsque la charge est stable et continue (**Figure3.14.a**).

b) Compensation locale ou par secteurs (partielle)

La batterie est installée en tête du secteur d'installation à compenser (**Figure3.14.b**). Elle convient lorsque l'installation est étendue et comporte des ateliers dont les régimes de charge sont différents.

c) Compensation individuelle

La batterie de condensateurs est raccordée directement aux bornes de chaque récepteur du type inductif, notamment les moteurs (**Figure3.14.C**). Elle convient lorsque la puissance de certains récepteurs est très importante par rapport à la puissance totale, elle offre le plus d'avantage (**CHEKKAL, 2017**)

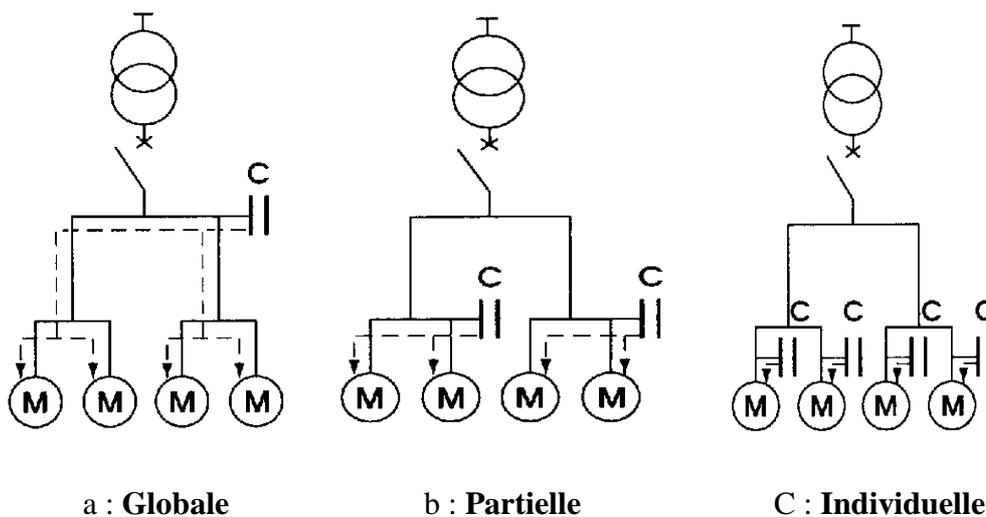


Figure 3.14 : Les principes de compensation

Tableau 3.2 : Avantages et inconvénients de la localisation

	COMPENSATION GLOBALE	COMPENSATION PARTIELLE	COMPENSATION INDIVIDUELLE
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suppression de la facturation d'énergie réactive ✓ Diminuer la puissance apparente en l'ajustant au besoin en puissance active de l'installation ✓ Augmentation de la puissance disponible au secondaire du transformateur ✓ Solution la plus économique 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suppression de la facturation d'énergie réactive ✓ Réduction des pertes en ligne entre le transformateur et les TD secteur ✓ Solution économique 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suppression de la facturation d'énergie réactive ✓ Réduction des pertes sur toute la ligne entre le transformateur et la charge
INCONVENIENTS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pas de réduction de pertes en ligne (chutes de tension pour les charges éloignées de la batterie de condensateurs) ✓ Pas d'économies sur le dimensionnement des équipements électriques 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solution généralement utilisée pour réseau usine très étendu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solution la plus onéreuse compte tenu de la multiplicité des installations

4.8 Choix du type de compensation

La compensation peut être réalisée avec deux familles de produits :

a) Compensation fixe

On met en service l'ensemble de la batterie dans un fonctionnement "tout ou rien" (Figure 3.15). La mise en service peut être manuelle (par disjoncteur ou interrupteur), ou Semi-automatique (par contacteur).

Ce type de compensation est utilisé lorsque la puissance réactive est faible (< 15 % de la puissance du transformateur) et la charge relativement stable. (Abdelhay et al, 2019)

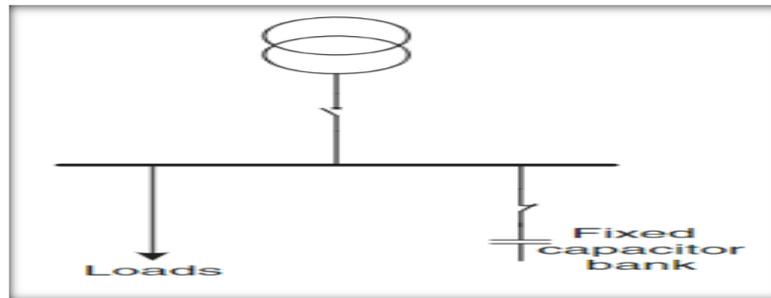


Figure 3.15 : compensation fixe.

b) Compensation automatique ou en "gradins"

La batterie de condensateurs est fractionnée en gradins, avec possibilité de mettre en service plus ou moins de gradins, en général de façon automatique (Figure 3.16).

Ce type de batterie est installé en tête de la distribution BT ou d'un secteur important. Cela permet une régulation pas à pas de l'énergie réactive. L'enclenchement et le déclenchement des gradins sont pilotés par un relais var-métrique, Pour cela, un transformateur de courant doit être placé en amont des récepteurs et des batteries. (Abdelhay et al, 2019)

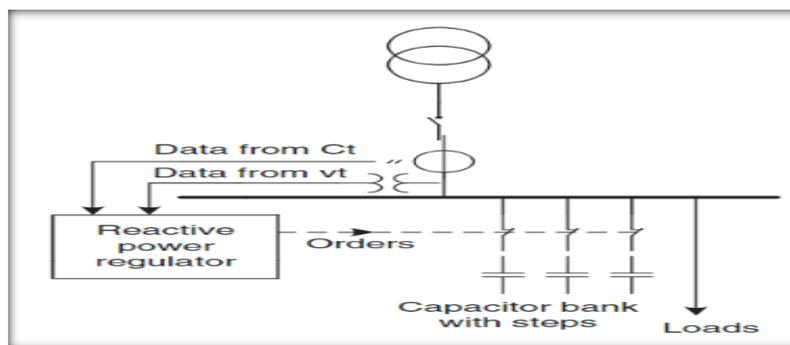
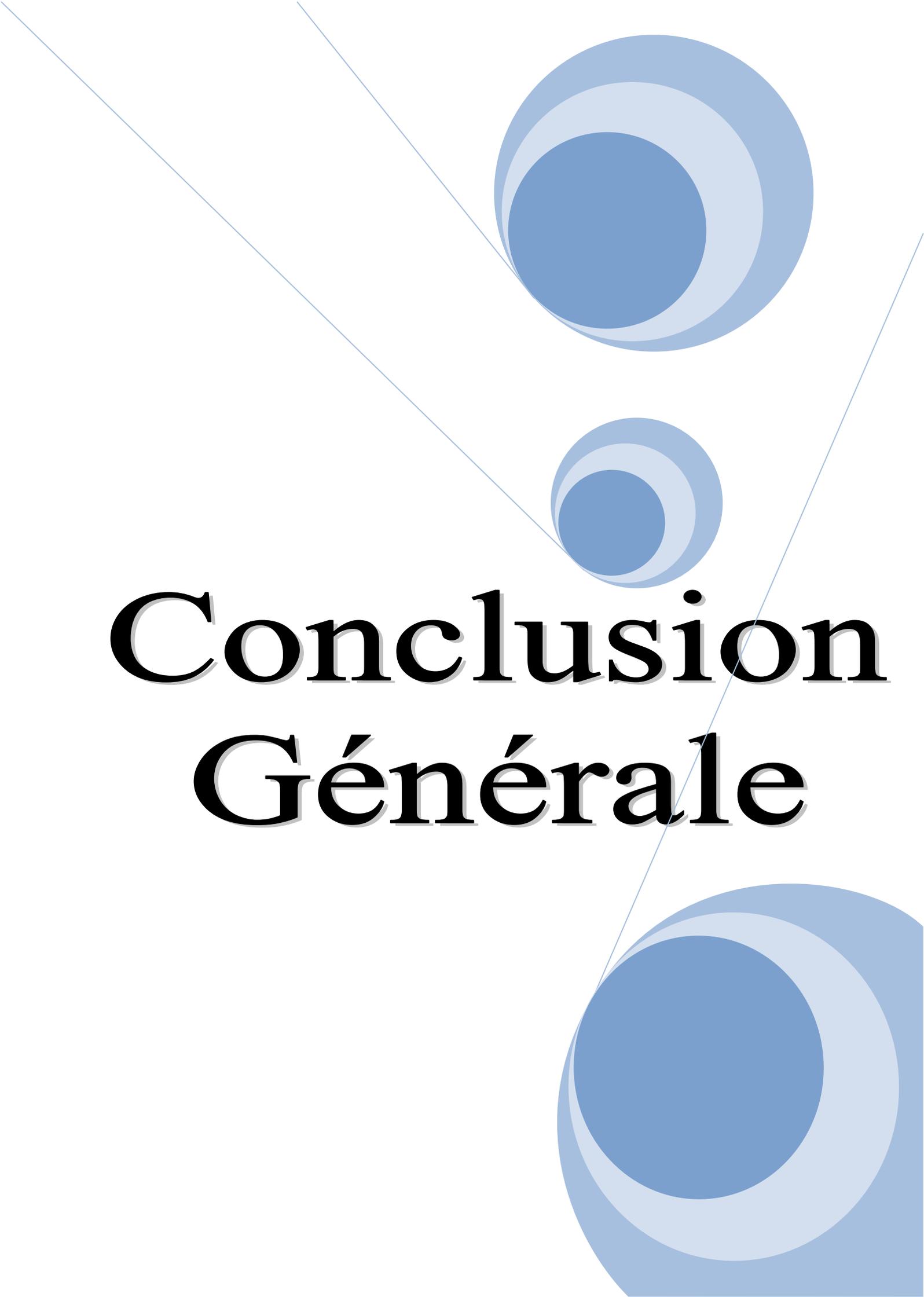


Figure 3.16 : Automatique compensation

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

The background features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, arranged vertically. Each circle is composed of concentric layers of different shades of blue. Two thin, light blue lines intersect at the center of the circles, forming an 'X' shape that divides the page into four quadrants.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Ce travail est consacré à l'étude de l'amélioration de la facturation en électricité de la cimenterie **CILAS** de Biskra où la demande d'électricité varie au cours de la journée et de la saison.

Le cout de la consommation électrique présente un lourd fardeau pour les industriels et surtout la consommation de la puissance réactive qui pourrait engendrer en outre des pertes économiques, des sanctions par la société qui fournit cette énergie comme la SONELGAZ par crainte de toucher à la stabilité de réseau électrique publique.

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

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

Après une étude détaillée nous arrivons aux résultats suivants :

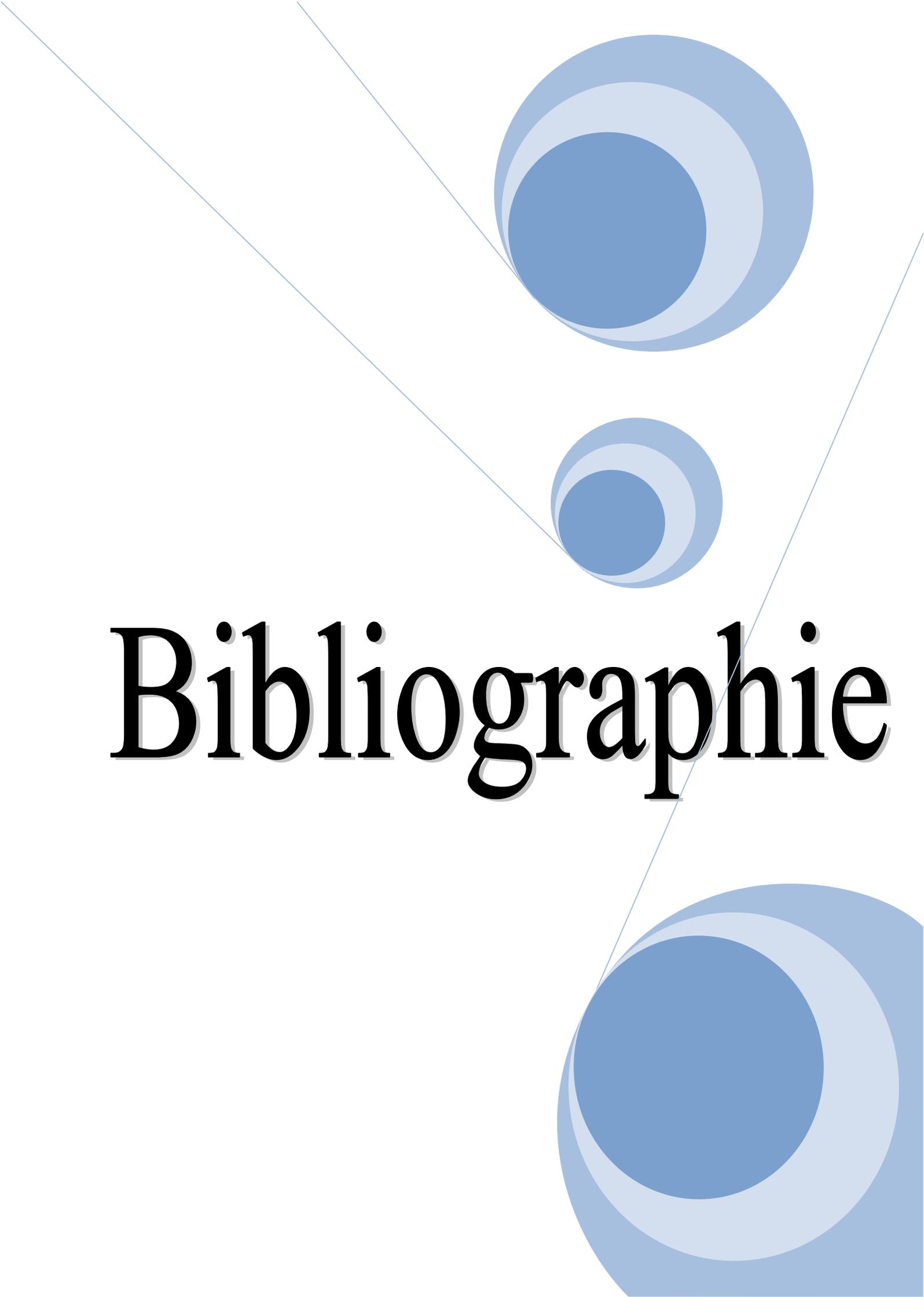
- ✚ On peut effectivement réduire la facture d'électricité de l'usine tout en respectant l'aspect économique
- ✚ Un mauvais choix de la demande de la valeur de la puissance mise en disponibilité PMD.

Pour qu'un système d'aide à la décision soit efficace, il faut qu'il s'appuie notamment sur la recherche opérationnelle notre objectif de recherche n'est pas de « prendre la décision » mais de clarifier une vision du contexte dans lequel la décision sera prise.

Après cette étude, nous avons proposé une diversité de solution et des actions d'amélioration ces solutions sont résumées dans :

- ✚ réduire la puissance réactive pour éviter la majoration et bénéficier de la bonification un système de compensation.
- ✚ changement de la valeur de la PMD en hausse pour éviter la pénalité du dépassement du PMD (puissance mise dispositif)
- ✚ l'installation des batteries de condensateurs pour compenser l'énergie réactive, afin d'éviter la pénalité.

Enfin, ce travail a été pour nous l'occasion d'approfondir les théories acquises en formation et pourra aider d'autres étudiants qui traiteront ce sujet sous d'autres dimensions et vont s'en inspirer, et éventuellement nous compléter pour une meilleure évolution scientifique.

The background features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, arranged vertically. Each circle is composed of concentric layers of different shades of blue, creating a 3D effect. Two thin, light blue lines intersect at the top left and extend diagonally across the page, framing the central text.

Bibliographie

Bibliographie

N.B : il faut noter que toutes les figures présentées dans ce chapitre concernant l'usine **CILAS** , sont prises par nos soins

(site de lafarge) : [https://www.lafarge.dz/2_2_1-fabrication-du-ciment] consulté le 12/02/2020 à 9:00

(Site officiel du lafarge) : [<https://www.lafarge.dz/1-qui-sommes-nous>] consulté le 8/02/2020 à 10 :30

(Site officiel du infociments, 2019) : [<https://www.infociments.fr/ciments/fabrication-du-ciment-le-process>] Site officiel du infociments en 2019 consulté le 14/02/2020 à 13 :30

(Sagâa, 2008) : Sagâa Adel ‘‘ description des différents ateliers au niveau de la sonelgaz’’2008

(ADEME, 2014) : ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie) ‘‘ le comptage de l'énergie ‘‘ édition 2014

(CREG, 2018) : [www.creg.gov.dz] ‘‘ La Commission de Régulation de l'Electricité et du Gaz (CREG)’’ consulté le 21/02/2020 à 21 :10

(CREG, 2016) : Décision D/22-15/CD du 29 /12/2015. Portant fixation des tarifs de l'électricité et du gaz

(Electricité Réseau Distribution France, 2016) : [www.erdf.fr] Electricité Réseau Distribution France. Le site officiel de la société anonyme à conseil de surveillance et directoire, consulté le 20/02/2020 à 12:30

(Site officiel du groupe industriel européen, 2016) : [www.schneider-electric.com/fr/fr]. Site officiel du groupe industriel européen en 2006, consulté le 22/02/2020 à 15 :30

(ZELLAGUI, 2018): Dr. Mohamed ZELLAGUI, "Comptage et Compteurs Électrique" Formation: PINC-SDE Promotion:2,2018

(MAMMERI, 2011/2012) : MAMMERI Oussama, « Différentes méthodes de calcul de la puissance réactive dans une nœud a charge non linéaire en présence d'un système de compensation de l'énergie», Mémoire de magister, Option : Réseaux électriques, Université de Batna, 2011/2012.

(Schneider, 2013) : Fiche technique de Schneider "Solutions de compensation d'énergie réactive et filtrage d'harmoniques Moyen tension" 07/2013

(Theodore, 2006) : Theodore wildi " électrotechnique" 3 ème édition, 2006

(Abdelhay et al, 2019) : Electric Distribution Systems, Second Edition. Abdelhay A. Sallam and Om P. Malik 2019 by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Published 2019 by John Wiley & Sons, Inc.

(CHEKKAL, 2017) : Mme AITOUARET Née CHEKKAL Samira « Cours sur la Compensation de l'énergie réactive »,23/07/2017

The page features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes, each composed of concentric circles in different shades of blue. These circles are arranged vertically, with the largest at the top and bottom, and a smaller one in the middle. Two thin, light blue lines intersect at a point above the middle circle, forming a V-shape that extends towards the top corners of the page. The word "Annexe" is centered horizontally across the page in a large, bold, black serif font.

Annexe



Direction des Ressources Humaines

Service Formation

Djemorah Le 17/06/2020

ATTESTATION de STAGE

Nous soussignés, Société **CILAS SPA** "Ciment Lafarge Souakri" sis à Hammam Sidi El Hadj, Djemorah Wilaya de Biskra attestons que :

Monsieur/ Mademoiselle : **KHETTACH Fayçal**

Inscrit (e) à : **Faculté des Sciences et de la Technologie _ Université de Biskra**

A effectué (e) un stage pratique au sein de notre Société du **02/02/2020 au 19/03/2020**

Spécialité : **Master 2 Electrotechnique**

Monsieur/ Mademoiselle nous a donné entière satisfaction pendant ce stage



Responsable Formation



Smain BENGHEZAL

Responsable Formation



Direction des Ressources Humaines
Service Formation

Djemorah Le 17/06/2020

ATTESTATION de STAGE

Nous soussignés, Société **CILAS SPA** "Ciment Lafarge Souakri" sis à Hammam Sidi El Hadj, Djemorah Wilaya de Biskra attestons que :

Monsieur/ Mademoiselle : **HAMOUDI Mohamed Walid**

Inscrit (e) à : **Faculté des Sciences et de la Technologie _ Université de Biskra**

A effectué (e) un stage pratique au sein de notre Société du **02/02/2020** au **19/03/2020**

Spécialité : **Master 2 Electrotechnique**

Monsieur/ Mademoiselle nous a donné entière satisfaction pendant ce stage

Responsable Formation

