



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

OPTIMISATION DE LA
CONSOMMATION DE
L'ENERGIE DANS L'USINE
« CHERGUI »

Réalisé Par :

RANIA HARTI
HANANE HADDAOUI

Encadré par :

P^r F.ERRAHIMI (FST FES)

Mr S.LAJOUAD (Entreprise)

Soutenu le 9 Juin 2017 devant le jury

Pr EL AMRANI (FST FES)

Pr MECHAQRANE (FST FES)

Pr ERRAHIMI (FST FES)

Dédicace

On dédie ce travail :

À nos chers parents : Aucune dédicace ne pourra faire témoin de notre profond amour, notre immense gratitude et notre plus grand respect à votre égard. On n'oubliera jamais la tendresse et l'amour dont vous nous avez entourés depuis notre enfance.

À nos familles, frères, sœurs, et amis : d'être là pour nous encourager.

À tous ceux qui nous ont accompagnés durant notre chemin d'études supérieures, qui étaient toujours à nos côtés.

Remerciement

On tient tout d'abord à remercier vivement notre encadrant de la FSI, Mme Errahimi Fatima, d'avoir mis à notre disposition ses connaissances, ses expériences, et ses précieux conseils.

On tient à exprimer nos gratitudeles les plus profondes à notre encadrant de l'entreprise Mr. Saïd Lajouad, responsable de la maintenance qui n'a pas cessé de nous orienter et nous aider dans notre travail durant toute la période de stage.

Notre remerciement s'adresse aussi à l'ensemble du personnel de THERGUS, cadres, employés et ouvriers qui nous ont comblé de leurs bienveillances et amabilité, aussi à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Nous remercions également, avec grand plaisir, les membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre travail.

Avant-propos

Ce stage a été réalisé dans le cadre de la validation du projet fin d'étude au sein de la société laitière CHERGUI.

Ce stage nous a permis de s'imprégner et de comprendre les relations professionnelles au sein de l'usine; il nous a permis de prendre contact avec le monde professionnel, d'observer les modalités de fonctionnement d'une organisation et de se rapprocher des connaissances théoriques acquises à travers des programmes des différentes unités d'enseignement.

Notre mission dans ce stage consistait à analyser la consommation de l'énergie électrique de l'usine, et présenter ainsi des solutions pour optimiser et améliorer cette énergie.

Résumé

Ce rapport est dédié à la gestion de l'énergie électrique de la société laitière CHERGUI, après une étude de toute l'installation électrique de l'usine, les différentes puissances de chaque machine sont étalées afin de contrôler la consommation de l'énergie électrique. Enfin différentes solutions pour optimiser cette consommation sont proposées.

Pour la mesure de l'énergie consommée dans l'usine nous avons effectué un suivi des compteurs divisionnaires qui sont placés en tête des départs d'alimentation des équipements qui concourent à la production. Le suivi de ces compteurs, corrélé à la production permet de juger la consommation de l'équipement et l'adaptation de la puissance souscrite à la puissance appelée et la correction éventuelle du facteur de puissance .Une surconsommation est souvent synonyme d'une dégradation qui sera localisée et réparée.

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de l'usine OUED.	16
Figure 2: Schéma du réseau électrique	18
Figure 3: Répartition de l'énergie dans l'usine	19
Figure 4: L'armoire du poste en cellules	20
Figure 5: Les deux transformateurs de l'usine.....	20
Figure 6: Tableau général basse tension	21
Figure 7: Groupe électrogène.....	22
Figure 8: Instrument de mesure "POWERLOGIC PM710.....	27
Figure 9: Graphe des pourcentages de chaque département en fonction du temps (semaine 1)...	29
Figure 10: Graphe des pourcentages de chaque département en fonction du temps (semaine 2).	30
Figure 11: Graphe en secteurs du pourcentage moyen de chaque département	31
Figure 12: Méthodes d'installation des condensateurs.....	36
Figure 13: Variateur de vitesse	37
Figure 14: Démarreur-ralentisseur progressif.....	39
Figure 15: Portes coulissante automatique.....	39
Figure 16: Schéma de puissance de la porte automatique	40
Figure 17: Schéma de commande de la porte automatique	40
Figure 18: La chaudière de l'usine	41

Liste des tableaux

Tableau 1: Historique de Domaine DOUIET	13
Tableau 2: Les services de l'usine OUED NJA	15
Tableau 3: Les domaines de tension	18
Tableau 4: Les puissances des ensembles équipements du chaudière	22
Tableau 5: Les puissances des ensembles équipements du groupe d'eau glacée	23
Tableau 6: Les puissances des ensembles équipements du groupe d'eau glycolée.....	23
Tableau 7: Les puissances des ensembles équipements du groupe transfert d'eau.....	24
Tableau 8: Les puissances des ensembles équipements de la chambre froide et chaude	24
Tableau 9: Informations complémentaires sur l'appareil	28
Tableau 10: La consommation de l'énergie électrique de chaque département et leur pourcentage (semaine 1).....	29
Tableau 11: La consommation de l'énergie électrique de chaque département et leur pourcentage (semaine 2).....	30
Tableau 12: Tarif de vente du KWH pour chaque saison	32

Sommaire

Dédicace	2
Remerciement	3
Résumé	5
Liste des figures	6
Liste des tableaux	7
Introduction générale.....	10
Chapitre 1: PRESENTATION DE LA SOCIETE	11
I. DOMAINE DOUIET	12
1. Les objectifs du domaine.....	12
2. Les labels du domaine doueit.....	12
3. Historique	12
4. Les secteurs d'activité	13
5. Les filieres d'activité	14
II. USINE OUED NJA	14
1. Les services du domaineOUED NJA	14
2. Organigramme.....	16
III. CONCLUSION	16
Chapitre 2: L'INSTALLATION ELECTRIQUE DE L'USINE	17
I. GENERALITES	18
1. Présentation générale d'un réseau électrique.....	18
2. Les domaines de tension	18
II. ARCHITECTURE DU RESEAU ELECTRIQUE DE L'USINE CHERGUI	19
1. Le schéma électrique unifilaire de l'usine	19
2. Description des éléments du réseau électrique.....	19
a. Poste en cellules MT.....	19
b. Les transformateurs	20
c. Tableau général basse tension	21
d. Groupe électrogène	22
III. LES CHARGES ELECTRIQUES DE L'USINE ALIMENTEES VIA TGBT	22
1. Département utilités	22
2. Département chambres chaudes et froides.....	24

3. Département de conditionnement	25
4. Département d'extrudeuse	25
Ce département possède trois machines de fabrication de bouteilles.....	25
5. Département process	25
IV. CONCLUSION	25
Chapitre 3: L'AUDIT ENERGETIQUE DANS L'USINE.....	26
I. ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ELECTRIQUE	27
1. L'intérêt du comptage d'énergie	27
2. Presentation de l'appareil	27
3. Tableau de mesure de la consommation de l'énergie	28
II. ANALYSE DE LA FACTURE	31
1. Les caractéristiques de la facture	31
2. Les éléments de la facture.....	31
III. CONCLUSION	32
Chapitre 4: OPTIMISATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE	33
I. PRESENTATION DE LA NORME ISO 50001.....	34
1. Définition	34
2. Les objectifs de l'ISO 50001.....	34
II. LES SOLUTIONS POUR OPTIMISER LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS L'USINE	34
1. Optimisation par changement de comportement du personnel.....	34
2. Optimisation électrique.....	35
a. Solution 1 : Compensation de l'énergie réactive.....	35
b. Solution 2 : Réaliser des économies sur la consommation d'électricité d'un moteur.....	36
c. Solution 3 : Réduire la consommation liée à l'éclairage.....	38
d. Solution 4 : Installation d'un panneau photovoltaïque.....	38
e. Solution 5:Installation d'un démarreur-ralentisseur.....	38
f. Solution 6:Installation d'une porte automatique.....	39
g. Solution 7: Réduire la consommation liée à la chaudière	41
III. CONCLUSION	42
Conclusion générale	43
Annexes	44
Référence bibliographique.....	45

Introduction générale

La concurrence accrue des industries, les coûts galopants d'énergie thermique et électrique au niveau mondial, la demande croissante d'énergie par les industriels, le souci de maîtriser le coût de production, tels sont les motifs qui ont conduit à la proposition du sujet qui s'intitule «**L'optimisation de la consommation de l'énergie dans l'usine CHERGUI**», objet de notre projet de fin d'études.

Notre rapport est articulé autour de quatre chapitres ;

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la société, il décrit les points suivants :

- Une présentation du domaine DOUIET et ses secteurs d'activités ainsi ses filières.
- Une présentation de l'usine OUED NJA et ses services.

Le deuxième chapitre fait objet d'une étude d'installation électrique de l'usine, où on a établie:

- Une présentation générale du réseau électrique.
- Une présentation de l'architecture du réseau électrique de l'usine CHERGUI.
- Une présentation des charges électriques de l'usine alimentées via TGBT.

Le troisième chapitre présente l'audit énergétique dans l'usine, où on a élaboré :

- Une analyse de la consommation de l'énergie électrique.
- Une analyse de la facture.

Le quatrième chapitre est dédié aux solutions proposées pour optimiser la consommation de l'énergie électrique, où on a présenté :

- La norme ISO-50001.
- Une étude des solutions qui dépendent du comportement du personnel.
- Une étude des solutions techniques.

PRESENTATION DE LA SOCIETE

Le premier chapitre de ce rapport a pour but de situer le sujet d'étude dans son environnement organisationnel et contextuel. Il est consacré à la présentation de l'organisme d'accueil, et aussi aux différents axes représentatifs de l'usine CHERGUI.

I. DOMAINE DOUIET

Le domaine DOUIET est une exploitation agricole située à 15 Km au nord-ouest de la ville de Fès. Il s'étend sur une superficie d'environ 700 Ha dont 330 Ha est cultivable. Il dispose de 2 forages qui sont «Ain Allah» d'un débit de 160l/s ainsi que «BOURKAIZ» d'un débit de 60l/s. Le site dispose également d'un lac de 100ha qui est protégé et qui abrite une faune riche et diversifiée.

Les domaines DOUIET sont spécialisés dans la production et la transformation agricoles (agrumes, maraîchage, arboriculture fruitière, élevage et produits laitiers, plantes aromatiques, apiculture, aquaculture), et emploie un effectif d'environ 800 personnes. L'entreprise portait anciennement le nom de « **Les Domaines royaux** ».

1. Les objectifs du domaine

Les objectifs stratégiques des Domaines Agricoles sont axés sur la production, en passant par la transformation, le conditionnement ainsi que la commercialisation des produits agricoles et agroalimentaires tout en gardant un niveau de qualité supérieure, avec un souci majeur de protéger l'environnement et en veillant au développement scientifique et technologique du secteur agricole du pays.

2. Les labels du domaine doueit

- Le label de qualité « **les domaines®** » pour l'ensemble des produits d'épicerie, des fruits et de la saurisserie.
- Le label de sélection des meilleurs produits toutes gammes confondues « **les Domaines sélection®** ».
- Le label de fruits et légumes issus de l'agriculture biologique « **les Domaines BIO®** ».
- Le label des produits laitiers « **Chergui®** » de produits laitiers.
- Le label des produits cosmétiques « **Tiyya®** ».
- La carte d'identité visuelle « **les Domaines®** » représentant les réseaux de boutiques.

3. Historique

1970	<ul style="list-style-type: none"> • Création de la ferme dont la production est destinée uniquement au propriétaire
1997	<ul style="list-style-type: none"> • Construction de la nouvelle usine de la production laitière dans le but d'élargir le champ de Commercialisation et de viser une nouvelle clientèle
1998	<ul style="list-style-type: none"> • Création de trois départements distincts (élevage, horticulture et produits laitiers.)
2000	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place du système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point ou Analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise).
2003	<ul style="list-style-type: none"> • Certification ISO 9001 version qui vise à accroître la satisfaction de ses clients
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Reconduite de la certification ISO 9001
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Certification ISO 22000 qui assure la sécurité du consommateur
2010	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'une nouvelle usine à Oued Nja destinée à la production des yaourts, lait, Leben et jus à basse du lait, dans le but d'augmenter la production, ainsi l'ancienne été destinée à la production du fromage.

Tableau 1: Historique de Domaine DOUIET

4. Les secteurs d'activité

- **Activités agricoles :** qui regroupent la *production laitière* (élevage des bovins et caprins laitiers) la *production d'aliments* (fourrages et céréales) et la *production horticole* (maraîchage, arboriculture, vigne et floriculture).
- **Activités agro-industrielles :** il s'agit de la transformation laitière, la conservation des fruits et le conditionnement des fruits et légumes.
- **Activités commerciales :** le domaine commercialise ses produits laitiers et horticoles à travers le service de distributions directe et indirecte installé à Casablanca.
- **Secteur contrôle qualité \ recherche et développement (CQ\RD) :** le secteur CQ\RD a pour mission la contribution à l'amélioration continue de la qualité des produits du domaine. En effet, les activités du laboratoire constituent un outil de contrôle des matières premières, des produits en cours de fabrication et des produits finis. Ceci est réalisé selon des plans de contrôle et d'échantillonnage établis dans le cadre du système H.A.C.C.P. Le laboratoire répond aux normes nationales et internationales par :
 - La mise en place des autocontrôles.
 - La mise en place d'un système H.A.C.C.P.
 - La mise en application de guides des bonnes pratiques (GBP).
 - La participation dans les audits internes d'hygiène,

- La participation à l'élaboration de nouveaux produits laitiers, selon les besoins du marché et consommateur.

5. Les filières d'activité

– Elevage et culture :

Le secteur élevage a deux activités principales : l'élevage des bovins (jeunes bovins, vache laitière, génisses) et des caprins (chèvres). Ce secteur est considéré comme une base de la production laitière, vu que le volume et la qualité des produits laitiers sont tributaires de la quantité et de la qualité du lait collecté par jour. Un système H.A.C.C.P. est placé pour maîtriser les points critiques de l'élevage.

Le secteur culture est scindé en trois zones : deux à DOUIET et une à Ras El Ma/ Oued NJA.

– Produits laitiers :

Le secteur de production et de transformation laitière a pour mission le développement, la production et la commercialisation des produits laitiers.

La production se fait actuellement au niveau des deux usines :

- Usine de DOUIET (créée en 1997) avec une unité de transformation du lait d'une capacité de 60.000 litres/jour spécialisée dans la fabrication des fromages, beurres ;
- Usine de la production laitière à Oued NJA (créée en 2010) d'une capacité journalière de 100.000 litres destinée à la production du lait, crème fraîche, yaourt et jus de fruits à base du lait.

– Produits horticulture :

Le secteur d'horticulture a utilisé le système de certification EUREP-GAP (**Euro Retailers Produce – Good Agriculture Practices**) souhaitant avoir une satisfaction des clients et une facilité de communication avec eux.

Le secteur a quatre activités principales :

- Production maraîchère (divers légumes) ;
- Arboriculture (pêche, vigne,...) ;
- Floriculture, Céréalière ;
- Fourragère, Sériciculture.

II. USINE OUED NJA

Le groupe des domaines agricoles a décidé d'implanter une nouvelle unité à OUED NJA dans le but d'augmenter la production et de diversifier ses produits, vu que l'ancienne usine de transformation laitière DOUIET a une capacité de production insuffisante qui ne permet pas de satisfaire les besoins croissants des consommateurs.

1. Les services du domaine OUED NJA

L'usine OUED NJA est composé d'une infrastructure pour assurer la conformité des produits aux exigences des clients, qui est constituée de :

<u>Service</u>	<u>Activité</u>
Service laboratoire	Composé d'un laboratoire d'autocontrôle microbiologique et physico-chimique pour le contrôle de qualité des produits tout au long de la chaîne de production.
Service maintenance	<p>Chargé de toutes les réparations au sein de l'usine afin d'assurer le bon déroulement de la production ainsi que le bon fonctionnement des équipements,</p> <ul style="list-style-type: none"> -Un magasin: d'une superficie de 800m² pour le stockage des matières premières : lait en poudre, arômes, fruits, sucre, cartons, pots en plastique.... -Une salle d'extrusion: pour la fabrication des bouteilles -Une salle de reconstitutions: pour la préparation des mix et l'ajout des additionneurs. -Une salle de process: elle inclue les cuves de stockage, de maturation et tampon, les autoclaves et les écrémeuses, -Une salle de conditionnement : pour la transformation du lait, composée de trois lignes de production d'une capacité de 60.000litres/jour: <ul style="list-style-type: none"> →ligne carton : Lait pasteurisé (entier et écrémé) et Leben (nature, raïb aromatisé et beldi). →ligne yaourt : Yaourt ferme : (nature, chèvre et aromatisé), Yaourt brassé fruités et Yaourt crémeux (aromatisés), →ligne bouteille : Jus de fruits lacté et yaourt à boire fruité (vanille, fraise, avocat, pêche et amande) -Des chambres chaudes: pour la maturation des produits, -Des chambres froides: pour le stockage des produits finis. -Une centrale des utilités : pour la production de la vapeur, l'eau glacée et l'air comprimé -Des camions de ravitaillements des zones. -Des camions de distribution. -Des équipements informatiques -Des équipements de communication (téléphones, fax, radio, Email.....).

Tableau 2: Les services de l'usine OUED NJA

2. Organigramme

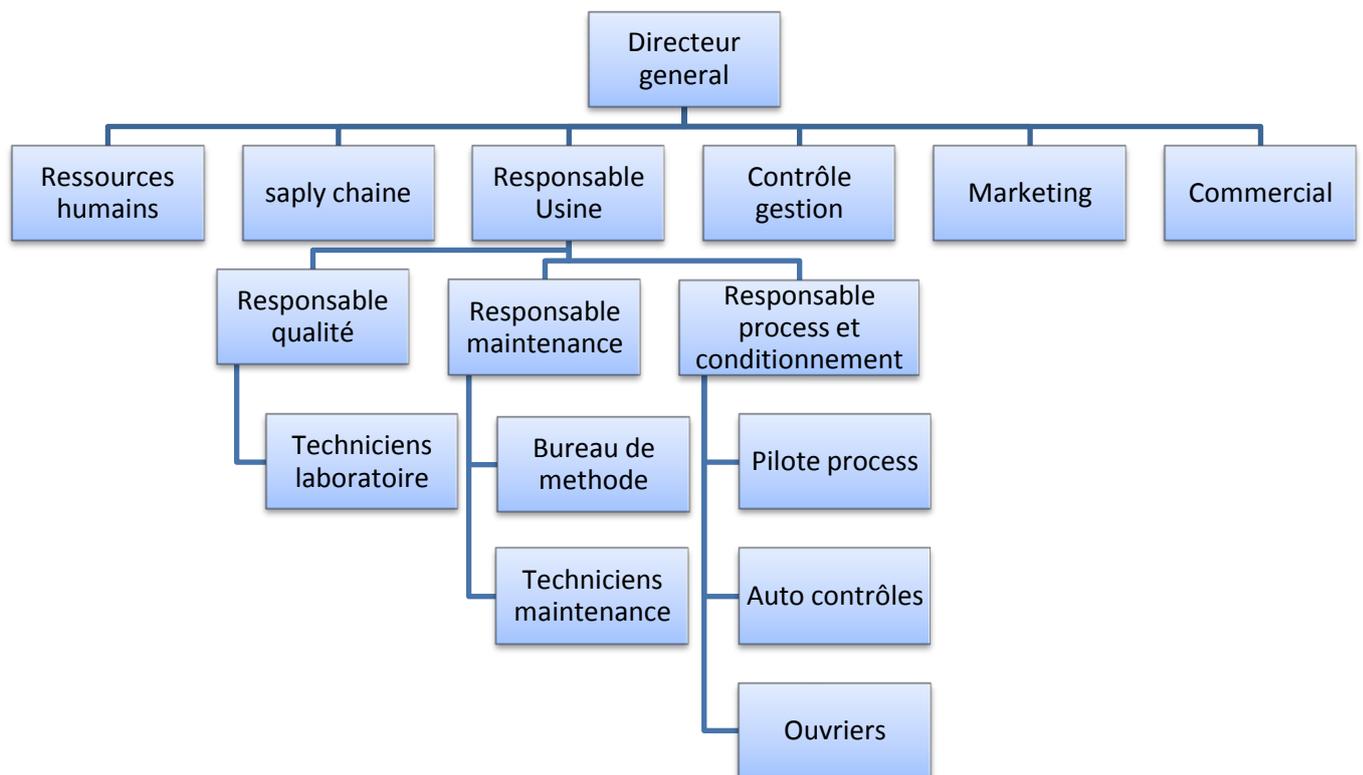


Figure 1: Organigramme de l'usine OUED

III. CONCLUSION

Dans ce chapitre on a fait une présentation générale du domaine agricole DOUIET (historique, secteurs et filière d'activité), ainsi que sa nouvelle unité situé à OUED NJA, société laitière CHERGUI, où notre stage s'est déroulé.

L'INSTALLATION ELECTRIQUE DE L'USINE

Ce chapitre est dédié à une description générale du réseau électrique de l'usine, partant de la source MT jusqu'aux départs BT, et ceci sous format unifilaire. On a tenu compte de toutes les composantes nécessaires pour bien décrire un réseau électrique, à savoir : les caractéristiques des transformateurs, les appareils de protection, les puissances utiles des équipements et leurs regroupements. L'objectif derrière ce chapitre est de faciliter l'accès aux données qui vont nous être nécessaires pour l'étude critique de l'installation.

I. GENERALITES

1. Présentation générale d'un réseau électrique

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. D'autre part le réseau électrique doit assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

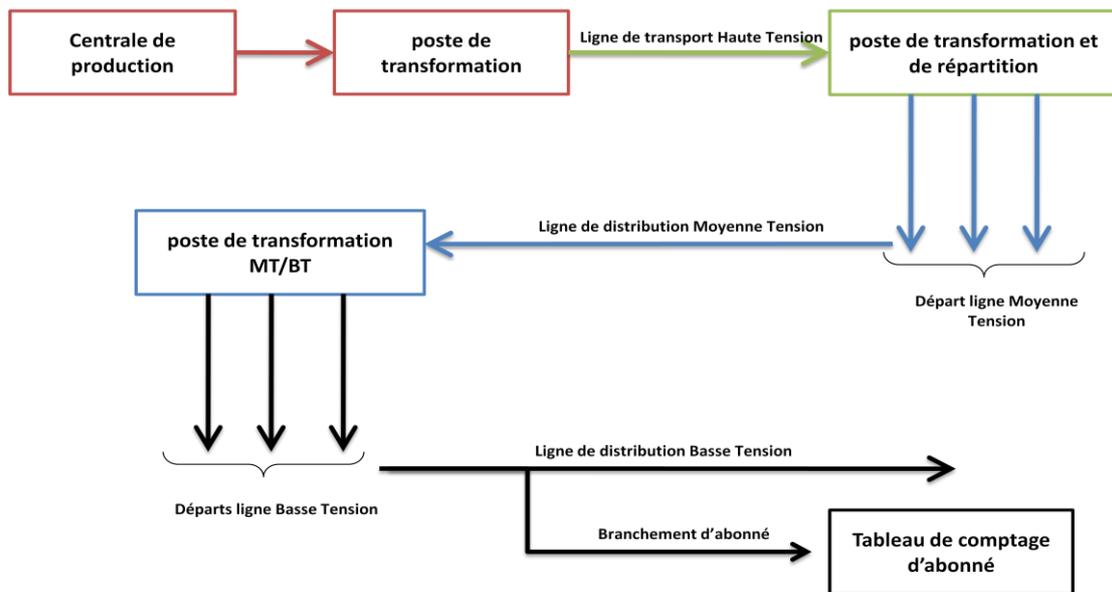


Figure 2: Schéma du réseau électrique

2. Les domaines de tension

Le tableau suivant montre les différents domaines de tension :

Domaine de tension	La valeur de la tension nominale U_n exprimée en volts
Très basse tension (TBT)	$U_n \leq 50V$
Basse tension (BT)	$50V \leq U_n \leq 1000V$
Moyenne tension (MT)	$1000V \leq U_n \leq 60 kV$
Haute tension (HT)	$60 kV \leq U_n \leq 400 kV$
Très haute tension (THT)	$U_n \geq 400kV$

Tableau 3: Les domaines de tension

II. ARCHITECTURE DU RESEAU ELECTRIQUE DE L'USINE CHERGUI

1. Le schéma électrique unifilaire de l'usine

Le réseau électrique de l'usine CHERGUI est alimenté sous une tension 22KV provenant du réseau électrique ONE permettant l'alimentation de l'ensemble des équipements et charges de l'usine. L'alimentation de l'usine à part le réseau de l'ONE, est assurée également par une arrivée secours provenant du groupe électrogène qui délivre aussi une tension de 22 kV.

La figure ci-dessous schématise le réseau électrique du poste de transformation MT/BT :

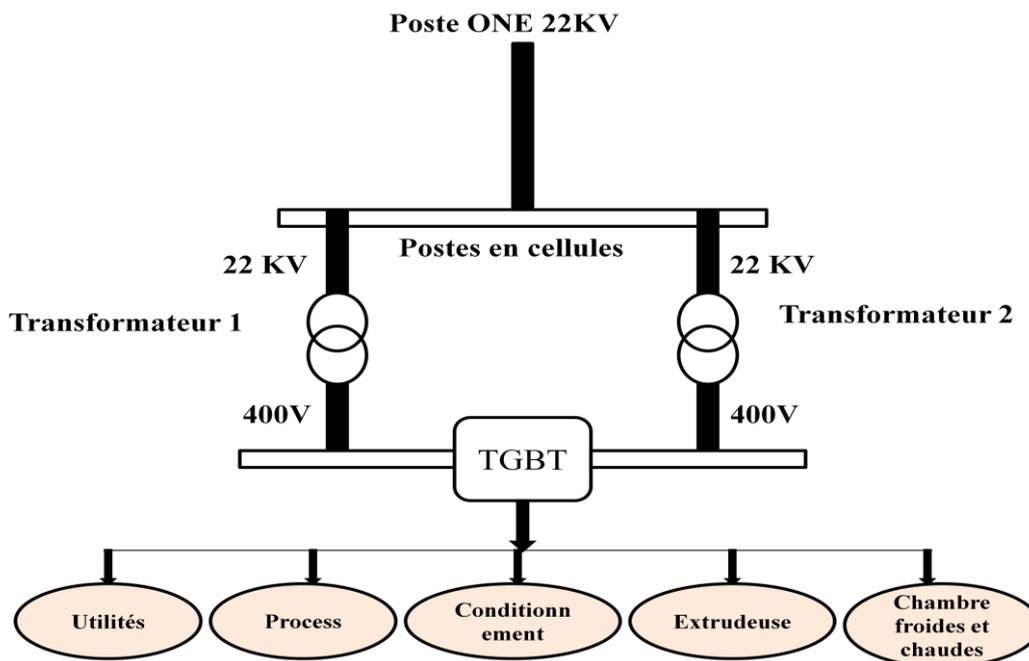


Figure 3: Répartition de l'énergie dans l'usine

2. Description des éléments du réseau électrique

Ce réseau est constitué des éléments principaux suivants :

- Poste en cellules.
- Deux transformateurs.
- Tableau général basse tension.

a. Poste en cellules MT

Ce poste contient cinq cellules :

- Cellule d'arrivée.
- Cellule de comptage.
- Cellule de disjoncteur.
- Cellule de protection du transformateur 1.
- Cellule de protection du transformateur 2.



Figure 4: L'armoire du poste en cellules

b. Les transformateurs

Le transformateur est un convertisseur statique permettant de transformer une tension sinusoïdale de 22000V en une autre tension sinusoïdale de 400V et de même fréquence.

Il est constitué de deux bobines en fil de cuivre, l'une dite "primaire", l'autre est dite "secondaire". Ces bobines sont enroulées sur un noyau magnétique constitué d'un empilage de tôles minces en acier. Celui-ci permet de relier magnétiquement le primaire et le secondaire en canalisant les lignes de champ magnétiques produites par le primaire.



Figure 5: Les deux transformateurs de l'usine

c. Tableau général basse tension

Le Tableau Général Basse Tension (TGBT) fait le lien entre l'arrivée du réseau de distribution d'électricité et le réseau du client (entreprise, particulier...). Il peut être suivi de tableaux divisionnaires en fonction de la grosseur et du cahier des charges de l'installation. Il permet une adaptation de tension pour la suite de l'installation.

Le TGBT est représenté par un système de coffrets et d'armoires de distribution entièrement composables. Cet armoire est composé de :

- Transformateur de courant :

Dans les réseaux haute tension où des courants de plusieurs kilos ampères transitent, la mesure de ces courants élevés est difficile. Pour la faciliter, les transformateurs de courant ont pour rôle de diviser la valeur du courant à mesurer par un facteur constant. Cette démarche permet également de standardiser les équipements de mesure du courant et de les isoler di-électriquement du réseau haut tension.

- Disjoncteur :

Un disjoncteur fonctionne de la même manière qu'un interrupteur, mais il se déclenche automatiquement. Tous les circuits électriques et tous les appareils sont reliés obligatoirement à un disjoncteur du tableau électrique qui les protège des courts-circuits. Un court-circuit se produit quand deux conducteurs de polarité différente se touchent, générant ainsi une surintensité excessive.

- Inverseur

Un inverseur électrique, appelé plus communément « inverseur de source » par les distributeurs d'appareillages électriques, est un organe permettant l'accessibilité à une seconde source d'énergie en cas de défaut de la source principale. Il garantit le bon fonctionnement d'une installation par la permutation de la source principale (réseau) sur une source secondaire de secours.



Figure 6: Tableau général basse tension

d. Groupe électrogène

Le groupe électrogène est un appareil permettant d'obtenir une source de courant mobile ou fixe en secours pouvant être employée dans toutes les activités où une alimentation électrique est nécessaire en l'absence de raccordement au secteur ou en cas de défaut d'alimentation secteur.



Figure 7: Groupe électrogène

III. LES CHARGES ELECTRIQUES DE L'USINE ALIMENTEES VIA TGBT

1. Département utilités

Ce département contient quatre grandes parties : chaudière, groupe d'eau glacée, groupe d'eau glycolée et groupe de transfert d'eau, dont leurs puissances sont les suivantes :

Chaudière	
Equipement	puissance en KW
pompe d'envoi de fuel	0,75
Pompe de gavage	0,55
résistance de préchauffage	9
ventilateur de bruleur	14,2
résistance de réchauffeur	22,4
pompe alimentaire	5,5

Tableau 4: Les puissances des ensembles équipements du chaudière

Groupe d'eau glacée

Equipement	puissance en KW
pompe d'envoi d'eau glacée	37
compresseur 1	55
compresseur 2	55
résistance d'huile	1,5
ventilateur de condenseur	18,5
pompe eau de condenseur	2,2
pompe de refroidissement d'huile	1,5
pompe NH3	3
pompe à air	2,2

Tableau 5: Les puissances des ensembles équipements du groupe d'eau glacée

Groupe d'eau glycolée

Equipement	puissance en KW
pompe d'envoi d'eau glycolée	22
compresseur 1	110
compresseur 2	110
résistance d'huile	1,5
ventilateur de condenseur	18,5
Pompe d'eau condenseur	2,2
pompe de refroidissement d'huile	1,5
pompe secours	22
pompe première	22

Tableau 6: Les puissances des ensembles équipements du groupe d'eau glycolée

Groupe transfert d'eau	
Equipement	puissance en KW
compresseur 1	45
compresseur 2	45
pompe de circulation d'eau glacée	11
pompe de circulation d'eau condensation	11
ventilateur de tour de refroidissement	30
pompe d'envoi d'eau de tour	4

Tableau 7: Les puissances des ensembles équipements du groupe transfert d'eau

2. Département chambres chaudes et froides

Ce département contient aussi des différents équipements, dont leurs puissances sont les suivantes :

chambre froide et chambre chaude	
Equipement	puissance en KW
vent chambre de matière première	1,1
vent chambre refroidisseur rapide leben	8,8
vent chambre refroidisseur rapide	4,4
vent chambre froide n1	4,4
vent chambre froide n2	4,4
vent chambre froid n3	4,4
quai d'expédition	1,1
salle d'expédition	0,6
couloir	0,36
héliotherme étuvée	1,8
résistance étuvée étage N 1	81
résistance étuvée étage N 2	32,4
déstratificateur étuvé	1,8
héliotherme leben	1,2
résistance leben étage N 1	54
résistance leben étage N 2	21,6
déstratificateur leben	1,2

Tableau 8: Les puissances des ensembles équipements de la chambre froide et chaude

3. Département de conditionnement

Ce département contient trois lignes de production : ligne carton, ligne bouteille et ligne yaourt.

- **Ligne carton** : dans cette ligne il y a quatre machines.

RG-250 mini: P=56 KW

RG-50 mini: P=28KW

RG-250 standard: P=50KW

VPB: P=37KW

- **Ligne bouteille** : dans cette ligne il y a deux machines similaires nommées SERAC.
Cette machine possède plusieurs parties :

Fardeuse : P=115 KW

Serac : P=35 KW

Sleeveuse : P=2kw

Infranchi : P=5.2 KW

Moteur du convoyeur : P=1.5 KW

Moteur bouchon P=0.3 KW

Moteur bobine plastique : P=2 KW

- **Ligne yaourt**: dans cette ligne il y a aussi deux machines similaires nommées ARCIL.

Sa puissance totale est : P=86 KW

4. Département d'extrudeuse

Ce département possède trois machines de fabrication de bouteilles.

Machine 1 : P=5.5 KW

Machine 2 : P=95 KW

Machine 3 : P=105 KW

5. Département process

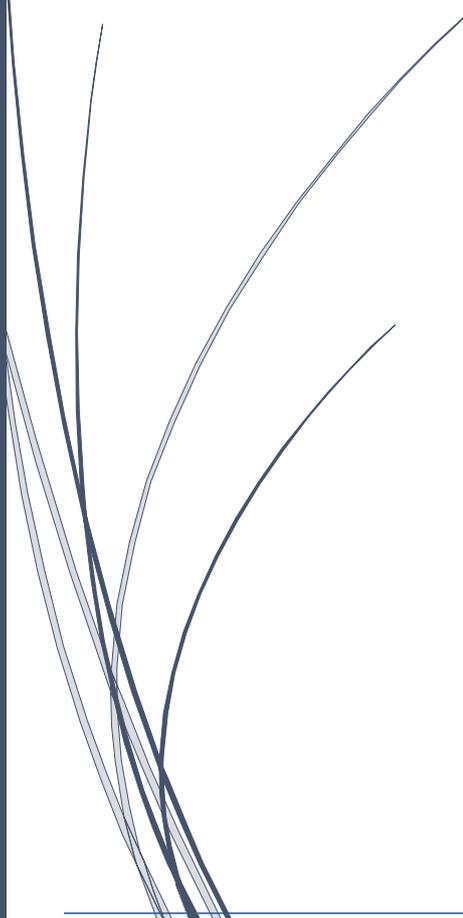
Ce département sert à la fabrication du lait elle possède plusieurs machines.

La puissance totale de ce département est : P=132 KW

IV. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons présenté le réseau électrique de l'usine CHERGUI, ainsi les charges des machines et des appareils de l'usine. La connaissance de la source principale d'électricité et ses divisions facilite l'analyse de la consommation d'énergie électrique.

L'AUDIT ENERGETIQUE DANS L'USINE



Entreprises petites ou moyennes, la question de la maîtrise de l'énergie revêt une importance décisive. L'audit énergétique constitue, en effet, la démarche initiale essentielle pour garantir une bonne définition des actions de maîtrise de l'énergie. L'étude approfondie des différents postes consommateurs d'énergie permet de mettre en évidence des gisements d'économies d'énergie et de déterminer les actions et les investissements envisageables pour les exploiter, au meilleur coût pour l'entreprise. L'analyse porte sur les consommations d'énergie des équipements de production et sur les utilités.

I. ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ELECTRIQUE

1. L'intérêt du comptage d'énergie

Le suivi de comptage d'énergie devient une partie intégrante des méthodes de gestion en rendant l'énergie visible dont le but est :

- D'identifier et de qualifier la consommation d'énergie inutilement utilisée.
- De découvrir un potentiel d'économie insoupçonné.
- D'améliorer le rendement énergétique.

Ce suivi est réalisé à partir des instruments de mesure intégrés au relais numérique, sous forme de centrale de mesure de type : « POWERLOGIC PM710_SHNEIDER ».



Figure 8: Instrument de mesure "POWERLOGIC PM710

2. Présentation de l'appareil

Les compteurs série POWERLOGIC PM700 offrent toutes les capacités de mesure nécessaire pour surveiller une installation électrique.

Parmi ses applications, on trouve :

- Instrumentation du panneau.
- Sous-facturation et répartition des coûts.
- Surveillance à distance d'une installation électrique.
- Surveillance harmonique (THD).

Analyse de la qualité de l'alimentation	Distorsion harmonique totale
Type de mesure Énergie	Puissance réactive (par phase) Puissance active (par phase) Puissance apparente (par phase) Puissance réactive (total) Puissance active (total) Puissance apparente (total) Facteur de puissance (total) La fréquence Tension

Tension d'alimentation	115 ... 415 V AC (45 ... 65 Hz) 125 ... 250 V DC
Fréquence réseau	45 ... 65 Hz
Consommation électrique en VA	5 VA
Type d'affichage LCD	rétro-éclairé
Résolution d'affichage	6 lignes
Taux d'échantillonnage	32 échantillons / cycle
Courant de mesure	5 A 1 A
Type d'entrée Courant	0.005 ... 6 A (impédance ≤ 0.1 Ohm)
Tension de mesure	10 ... 277 V AC 45 ... 65 Hz phase à neutre 10 ... 480 V AC 45 ... 65 Hz phase à phase
Précision de mesure	$\pm 0,0034$ facteur de puissance (1A à 6A et de -0.5 à +0.5) $\pm 0,02$ Hz fréquence (45 ... 65 Hz) $\pm 0,5\%$ de tension (50 ... 227 V) $\pm 0,5\%$ courant (1 ... 6 A) $\pm 1\%$ de puissance
Classe de précision	Classe 1 (énergie active selon CEI 62053-21) Classe 2 (énergie réactive selon CEI 62053-23)
Protocole de port de communication	Modbus
Support de port de communication	RS485
Enregistrement de données	Min / Max de valeurs instantanées
Taux de transmission	19,2 kBAuds

Tableau 9: Informations complémentaires sur l'appareil

3. Tableau de mesure de la consommation de l'énergie

Tout système électrique utilisant le courant alternatif sinusoïdal met en jeu deux formes d'énergie : l'énergie active (KWH) et l'énergie réactive (KVARH). Dans les processus industriels utilisant l'énergie électrique, seule l'énergie active est transformée au sein de l'outil de production en énergie mécanique, thermique ou lumineuse. Elle peut être positive ou négative si l'installation est capable de produire des KWh (une installation photovoltaïque par exemple). L'autre, l'énergie réactive, sert notamment à l'alimentation des circuits magnétiques des machines électriques (moteurs, autotransformateurs, etc.). Par ailleurs, certains constituants des réseaux électriques de transport et de distribution (transformateurs, lignes, etc.) consomment également dans certains cas de l'énergie réactive.

Pendant la période de stage, nous avons noté la consommation de chaque département de l'usine sur plusieurs intervalles de temps pendant deux semaines.

Pour bien traiter la consommation de chaque équipement nous avons calculé leurs pourcentages par rapport à la consommation de l'usine, ce qui est bien détaillé dans les tableaux ci-dessous.

- Première semaine :

Date et heure	transformateur 1 et 2	Utilités et extrudeuses		Process		Conditionnement		Chambres froides et chaudes	
	valeur(KWh)	valeur (KWh)	%	valeur(KWh)	%	valeur(KWh)	%	valeur(KWh)	%
09/04/2017 de 11:45 à 13:04	563	349,04	62%	28,15	5%	50,67	9%	56,3	10%
09/04/2017 de 13:04 à 15:42	1225	575,75	47%	73,5	6%	122,5	10%	147	12%
10/04/2017 de 9:30 à 10:37	1380	593,4	43%	124	9%	253,6	18%	193,2	14%
10/04/2017 de 10:37 à 11:52	1189	618,28	52%	90,8	8%	228,2	19%	130,79	11%
10/04/2017 de 11:52 à 13:25	1399	853,39	61%	73	5%	245,8	18%	125,91	9%
10/04/2017 de 13:25 à 15:01	1410	676,8	48%	69,9	5%	236,6	17%	155,1	11%
10/04/2017 de 15:01 à 16:13	1179	601,29	51%	42,6	4%	202,8	17%	153,2	13%
11/04/2017 de 09:28 à 10:45	839	385,94	46%	65,8	8%	151,02	18%	92,29	11%
11/04/2017 de 10:45 à 11:02	707	374,71	53%	57,2	8%	113,12	16%	70,7	10%
11/04/2017 de 12:02 à 13:09	634	355,04	56%	70	11%	107,78	17%	82,42	13%

— Jour de repos
 — Le plus grand pourcentage

Tableau 10: La consommation de l'énergie électrique de chaque département et leur pourcentage (semaine 1)

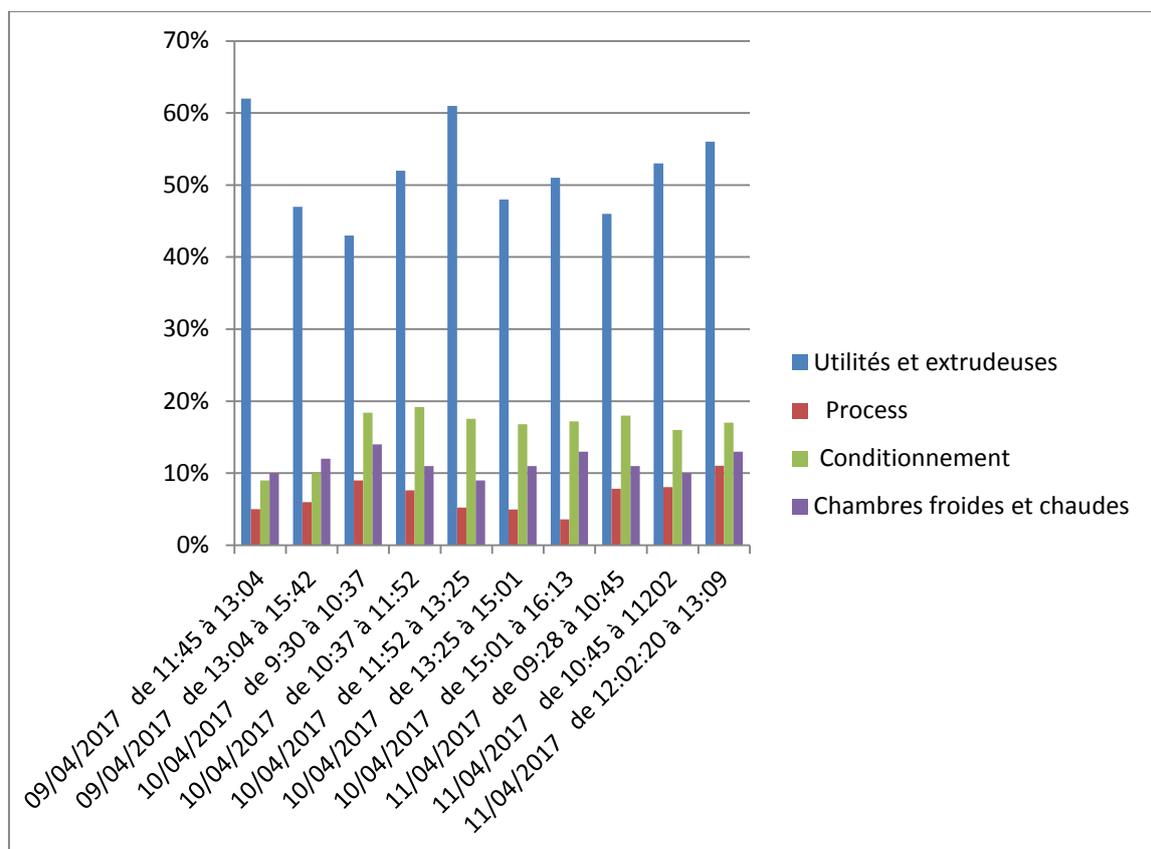


Figure 9: Graphe des pourcentages de chaque département en fonction du temps (semaine 1)

- Deuxième semaine :

Date et heure	transformateur 1 et 2	Utilités et extrudeuses		Process		Conditionnement		Chambres froides et chaudes	
	valeur(KWh)	valeur (KWh)	%	valeur(KWh)	%	valeur(KWh)	%	valeur(KWh)	%
17/04/2017 de 09:29 à 11:30	1865,6	1044,73	56%	130,6	7%	319,7	17,00%	205,216	11%
17/04/2017 de 11:30 à 12:53	1415,2	679,3	48%	84,91	6%	268,88	19%	254,73	18%
17/04/2017 de 12:53 à 14:07	1181	484,21	41%	82,67	7%	248,01	21%	188,96	16%
17/04/2017 de 14:07 à 15:13	926	490,78	53%	37,04	4%	148,16	16%	120,38	13%
20/04/2017 de 9:30 à 10:37	880	572	65%	44	5%	132,2	15%	96,8	11%
20/04/2017 de 10:37 à 12:29	1496	643,23	43%	119,68	8%	269,28	18%	194,48	13%
20/04/2017 de 12:29 à 13:36	924	462	50%	110,82	12%	175,56	19%	92,4	10%
20/04/2017 de 13:36 à 14:28	753	534,36	71%	60,24	8%	90,36	12%	45,13	6%
21/04/2017 de 09:32 à 10:30	426	289,68	68%	17,04	4%	38,4	9%	12,78	3%
21/04/2017 de 10:30 à 11:43	443	234,79	53%	39,87	9%	47,7	11%	17,72	4%
21/04/2017 de 11:43 à 12:49	425	2045	48%	42,5	10%	76,5	18%	42,5	10%

- Jour de repos
- Le plus grand pourcentage

Tableau 11: La consommation de l'énergie électrique de chaque département et leur pourcentage (semaine 2)

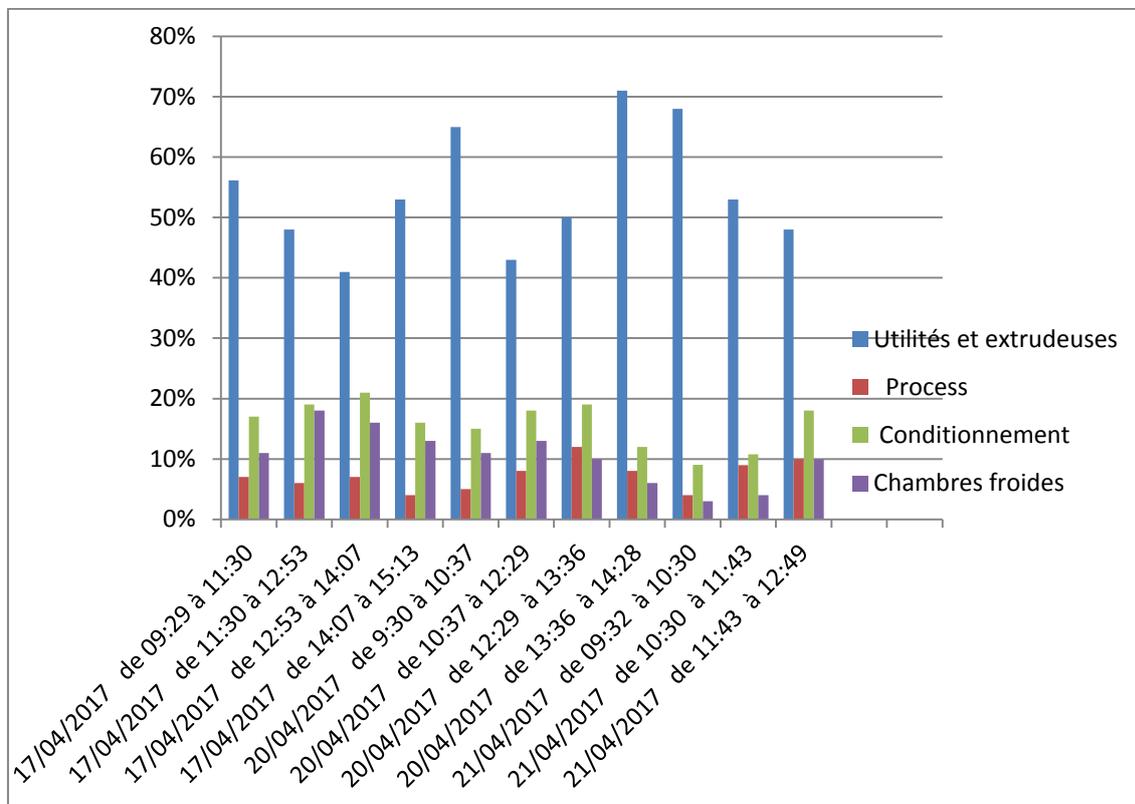


Figure 10: Graphe des pourcentages de chaque département en fonction du temps (semaine 2)

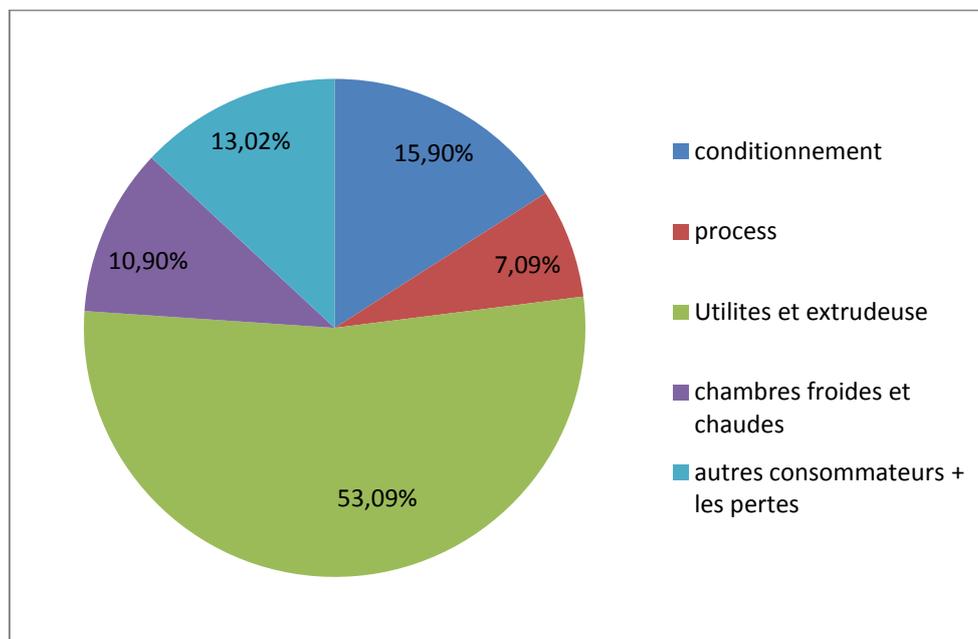


Figure 11: Graphe en secteurs du pourcentage moyen de chaque département

D'après les tableaux précédents (tableau 10 et 11) et les graphes (figure 9,10 et 11), l'utilité et l'extrudeuse sont les départements qui consomment le plus d'énergie électrique dans l'usine.

II. ANALYSE DE LA FACTURE

1. Les caractéristiques de la facture

La facturation dépend de trois facteurs principaux :

- Le premier est la puissance souscrite (en KVA).
- Le second est le volume de la consommation (l'énergie électrique consommée en KWh).
- Le troisième est le moment où a lieu cette consommation (le prix du KWh varie suivant l'heure et la date).

En analysant la facture, on peut rationaliser la consommation, maîtriser la facture énergétique et par la suite diminuer les coûts et éviter les pénalités sur le dépassement de la puissance souscrite, et sur la consommation excessive d'énergie réactive.

2. Les éléments de la facture

Le montant à facturer à l'usine pour ses consommations mensuelles d'électricité, est la somme des redevances calculées en fonction des éléments suivants :

– **La puissance souscrite :**

Elle correspond à la quantité d'électricité maximum pouvant être consommée, à un moment donné, et il ne faut pas la dépasser.

– **La puissance appelée :**

C'est la puissance maximale demandée par le client.

– *Le facteur de puissance :*

C'est le quotient de la puissance active consommée par l'installation sur la puissance apparente fournie à l'installation.

– *Le prix de vente du KWH :*

Le prix de l'électricité dépend principalement de la consommation par poste horaire. Une bonne gestion des horaires vous permettra par conséquent une meilleure maîtrise de votre facture d'électricité.

Postes Horaires	Hiver	Eté	Prix en dirham
	Du 01/10 au 31/03	Du 01/04 au 30/09	
Les heures pleines	17h à 22h	18 h à 23h	0.81351
Les heures de pointes	07h à 17h	07h à 18h	1.16465
Les heures Creuses	22h à 07h	23h à 07h	0.53632

Tableau 12: Tarif de vente du KWH pour chaque saison

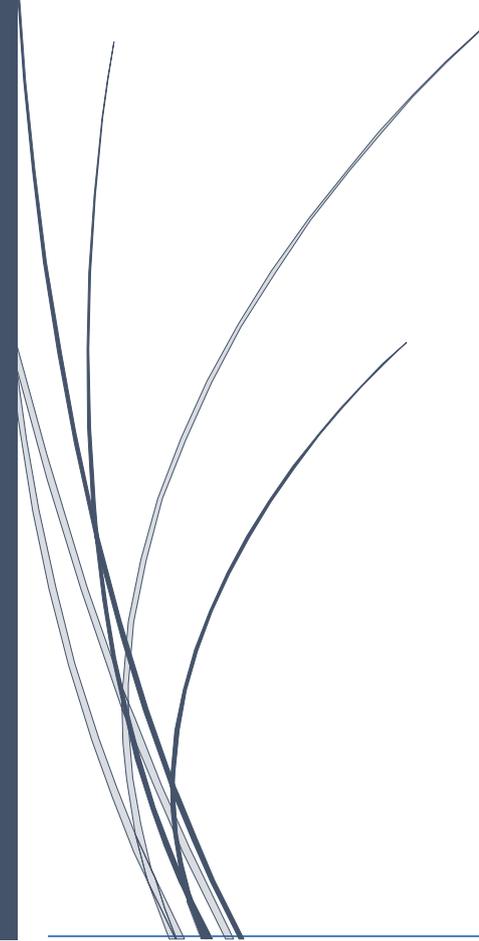
- *L'option tarifaire.*
- *Les redevances de comptages.*
- *La consommation facturée.*

III. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons établi notre suivi qui est basé sur la mesure et l'analyse de l'énergie électrique de l'usine, et nous avons étudié d'une manière générale la facture, ainsi que le prix de vente du KWH de l'usine pour chaque saison.

Tout cela nous a donné une idée générale sur les problèmes que nous allons traiter pour optimiser la consommation de l'énergie électrique dans l'usine CHERGUI.

OPTIMISATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE



Les entreprises optent notamment pour une bonne gestion de l'énergie dans le but de réduire leurs coûts et leur impact sur l'environnement et ainsi rester concurrentielles sans devoir investir dans de nouveaux équipements de production.

De plus, la consommation d'énergie est un bon indicateur de la performance du procédé de fabrication et, en y portant attention, les entreprises optimisent bien souvent plusieurs aspects de leurs procédés.

I. PRESENTATION DE LA NORME ISO 50001

Un système de gestion de l'énergie (SGE) est un processus d'amélioration continue en énergie qui est structuré et systématique. Inspiré de la norme volontaire du Management de l'énergie-ISO 50001.

1. Définition

L'ISO 50001 est la dernière norme internationale qui a été créée en juin 2011, et qui définit les exigences de mise en œuvre des systèmes de management de l'énergie. Elle donne les directives et orientations à suivre pour définir stratégiquement son plan énergétique, que ce soit pour les installations industrielles, commerciales ou publiques ; et qu'elles que soient les énergies utilisées.

2. Les objectifs de l'ISO 50001

- Augmenter l'efficacité énergétique
- Réduire les coûts (réaliser des économies d'énergie)
- Améliorer la performance environnementale
- Réduire les risques
- Optimiser la sécurité énergétique

II. LES SOLUTIONS POUR OPTIMISER LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS L'USINE

En accord avec l'usine et en fonction des résultats de la phase précédente, et afin d'optimiser la consommation d'énergie électrique, nous avons déterminé les actions à mener sur les procédés, les utilités et les chambres froides et chaudes. Nous avons adopté deux types d'optimisation :

1. Optimisation par changement de comportement du personnel

Il n'y a pas de recette magique pour susciter les changements de comportement à l'égard de l'utilisation de l'énergie ou pour obtenir des résultats probants. Le succès de la sensibilisation repose beaucoup sur la répétition et la continuité, bien que nous avons organisé une réunion de sensibilisation du personnel et des ouvriers pour mieux comprendre l'importance de l'efficacité énergétique en termes de réduction des coûts et pour discuter les solutions qu'on a proposé pendant la période de notre stage à l'usine CHERGUI :

- **Solution 1 :** Commencer par s'assurer que la nuit, on a bien éteint les équipements qui n'ont pas besoin de fonctionner (ordinateurs, photocopieurs, imprimantes...). Si possible, couper totalement leur alimentation peut faire économiser de l'énergie. Dans certains cas le transformateur chauffe même si la machine est éteinte, cette chaleur représente une perte d'énergie.
- **Solution 2 :** Créer des petites affiches humoristiques, les placer près des interrupteurs, rappelant qu'il faut éteindre en partant. Pour qu'elles continuent à être lues, il faut les remplacer de temps en temps.

- **Solution 3 :** Obtenir le soutien des employés et leur participation aux initiatives d'efficacité énergétique.
- **Solution 4 :** Expliquer aux ouvriers que le seul fait de ne pas fermer les portes des chambres froides et chaudes déséquilibre tout le système de ventilation et entraîne des dépenses indues.
- **Solution 5 :** Favoriser les personnels pour distribuer correctement les heures de travail. Par exemple, savoir utiliser au maximum l'électricité pendant les heures creuses et au minimum pendant les heures pleines, veut dire que toutes les opérations nécessitant de l'électricité et étant non urgentes devront être reportées aux heures creuses.

2. Optimisation électrique

a. Solution 1 : Compensation de l'énergie réactive

Le transport de la puissance réactive par les lignes électriques de l'usine CHERGUI cause des pertes, une diminution de la stabilité du réseau et une chute de tension à son extrémité. Afin d'éviter ce problème, on propose d'améliorer le facteur de puissance $\cos\phi$, ce qui permet de réduire le courant absorbé total et ainsi diminuer la puissance apparente souscrite (KVA).

Cette amélioration peut se faire :

- Par **condensateurs fixes**, si la puissance des condensateurs est inférieure à 15% de la puissance du transformateur.
- Par **batteries de condensateurs à régulation automatique**, si la puissance des condensateurs est supérieure à 15% de la puissance du transformateur, qui permet l'adaptation immédiate de la compensation aux variations de la charge.

Et l'installation des condensateurs peut être faite par trois façons :

- **Compensation individuelle :** Compensation directe à la machine à compenser; il s'agit de la solution technique la plus optimale pour réduire directement la consommation de réactive dans la charge. Son utilisation est habituelle pour les pompes, les moteurs ou les transformateurs.
- **Compensation par groupe:** Compensation pour groupes de charges dans des installations où il existe une distribution sectorisée et large. Complément d'appui pour un système de compensation centralisée globale, augmentant la capacité de la ligne qui alimente le groupe de charges compensées.
- **Compensation globale centralisée :** Compensation connectée à l'entrée générale de l'installation, habituellement utilisée pour la réduction de la facturation électrique pour surcharges par énergie réactive.

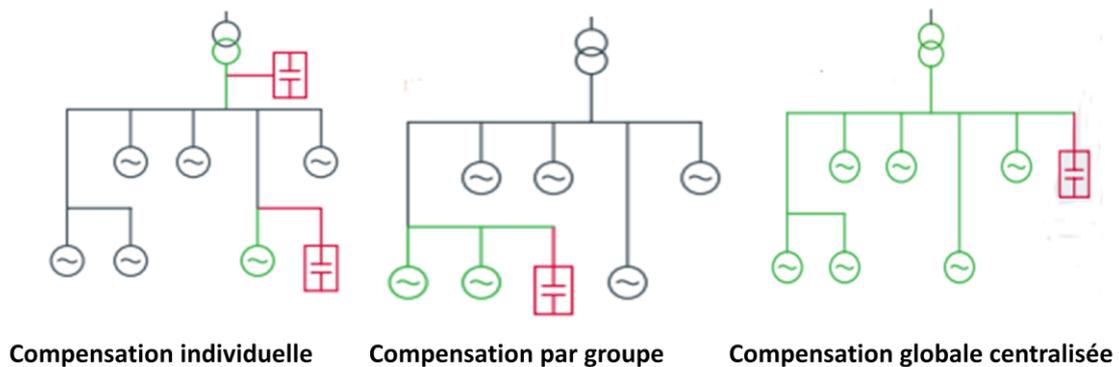


Figure 12: Méthodes d'installation des condensateurs

Dans notre cas, nous avons proposé pour améliorer le facteur de puissance, d'utiliser la compensation globale centralisée car c'est la méthode convenable pour réduire la facturation électrique.

b. Solution 2 : Réaliser des économies sur la consommation d'électricité d'un moteur

La plupart des moteurs électriques utilisés dans l'industrie sont surdimensionnés et un bon nombre d'entre eux sont soumis à une charge variable dans le temps. Cela signifie, dans la pratique courante, qu'ils fonctionnent généralement loin de leur capacité nominale, donc loin de leur rendement optimal et que leur consommation d'électricité est excessive par rapport aux besoins réels. Pour la réduire, on propose trois solutions :

- Adapter la vitesse au besoin.
 - Optimiser le rendement.
 - Réaliser des opérations de maintenance.
- **Pour adapter la vitesse du moteur nous avons utilisé un variateur Electronique de Vitesse :**

Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci.

Le variateur de vitesse est composé essentiellement :

- D'un redresseur connecté à une alimentation triphasée (le réseau), génère une tension continue à ondulation résiduelle.
- D'un circuit intermédiaire agissant principalement sur le "lissage" de la tension de sortie du redresseur (améliore la composante continue). Le circuit intermédiaire peut aussi servir de dissipateur d'énergie lorsque le moteur devient générateur.

- D'un onduleur qui engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variables
- D'une électronique de commande pilotant (transmission et réception des signaux) le redresseur, le circuit intermédiaire et l'onduleur.

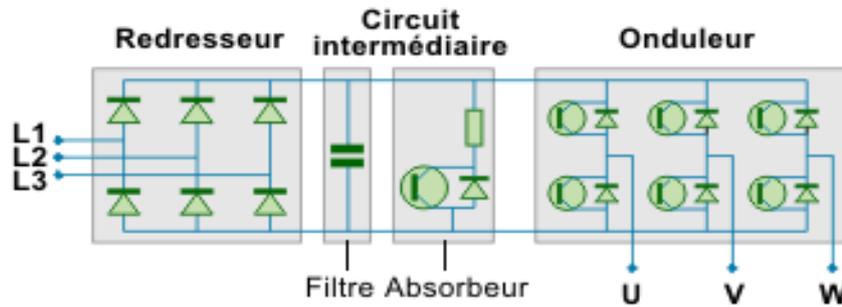


Figure 13: Variateur de vitesse

L'adaptation de la vitesse du moteur à l'application, la vitesse variable peut également permettre de réaliser des économies d'énergie considérables qui sont comprises entre 10 et 50 % de la consommation électrique du moteur. Ces économies sont en fonction du temps de fonctionnement annuel du moteur, de la vitesse moyenne de rotation que nécessite l'application et de la fréquence des démarrages.

- Optimisation du rendement des moteurs électriques :

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

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

Le rendement d'un moteur électrique est le rapport de la puissance utile, c'est-à-dire la puissance mécanique P_m fournie à l'arbre sur la puissance électrique absorbée P_a par le moteur.

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

D'une manière générale, plus un moteur est puissant plus son rendement sera élevé.

- Opérations de maintenance :

Outre la variation électronique de vitesse et les moteurs hauts rendements, des opérations de maintenance peuvent aussi générer des économies d'énergie importantes sur les moteurs électriques:

- Utiliser des transmissions à hautes efficacité pour réduire les pertes d'énergie pouvant atteindre 45 %.
- Lubrifier les paliers régulièrement pour gagner de 1 à 5 % sur la consommation.
- Ajuster la tension des courroies et les alignements des systèmes d'entraînement peut permettre un gain de 1 à 5 %.

c. Solution 3 : Réduire la consommation liée à l'éclairage

Un éclairage adéquat à un effet extrêmement positif sur la productivité et la sécurité. Un bon éclairage (le niveau, la qualité et la fiabilité de la lumière) est essentiel pour un lieu de travail efficace. Afin d'optimiser l'énergie électrique et avoir un bon éclairage dans l'usine, nous avons suggéré les solutions suivantes :

- Remplacer les ampoules classiques ou halogènes par : des ampoules fluocompactes, LED ou des néons.

Les ampoules fluocompactes sont adaptées à la plupart des luminaires conçus pour les lampes à incandescence et consomment environ 75 % d'énergie en moins. Les lampes CFL durent 6 à 15 fois plus longtemps (6 000 - 15 000 heures).

Le néon, que l'on appelle encore tube fluorescent, est toujours très utilisé pour sa longévité mais aussi pour son efficacité et l'absence de chaleur dégagée.

L'ampoule LED n'a pas de filament et émet elle aussi peu de chaleur. Sa durée de vie peut aller jusqu'à 100.000 heures d'éclairage. Ce type d'ampoule peut se coupler avec un variateur et ne consomme pas beaucoup d'électricité.

- Installer des détecteurs de mouvement ou des minuteries pour éviter l'éclairage abusif des ateliers, zones de stockage, chambres froides et chaudes et bureaux.

d. Solution 4 : Installation d'un panneau photovoltaïque

Nous avons proposé d'installer des panneaux photovoltaïques pour satisfaire les besoins électriques surtout des mois de la haute production afin d'éviter le problème de dépassement de la puissance souscrite.

L'énergie solaire apportée par des panneaux photovoltaïques a plusieurs avantages : il s'agit d'une énergie inépuisable puisqu'elle est issue des rayons du soleil et, de ce fait, elle respecte la nature et l'environnement. C'est une énergie très fiable car il n'y a pas de risque de rupture. Par ailleurs, l'intégration des panneaux photovoltaïques dans l'usine est simple et l'installation est facile d'emploi. Le coût de fonctionnement est faible et l'entretien est réduit.

e. Solution 5: Installation d'un démarreur-ralentisseur

Pour l'optimisation de l'énergie électrique nous avons eu l'idée d'installer un démarreur-ralentisseur électrique.

Le démarreur-ralentisseur est un gradateur assurant le démarrage et l'arrêt progressifs en couple des moteurs asynchrones triphasés à cage. Il intègre les fonctions de démarrage et ralentissement en douceur, de protection des machines et des moteurs et les fonctions de communication avec les automatismes. Ces fonctions répondent aux applications les plus courantes de : machines centrifuges, de pompes, de ventilateurs, de compresseurs, portes automatiques, convoyeurs et de machines à courroies, etc.

Le démarreur-ralentisseur est une solution économique, il permet de :

- Réduire les coûts d'exploitation des machines en diminuant les contraintes mécaniques et en améliorant leurs disponibilités.

- Réduire les sollicitations sur la distribution électrique, en diminuant les pointes de courant et les chutes de tensions en ligne liées aux démarrages des moteurs.



Figure 14: Démarreur-ralentisseur progressif

f. Solution 6: Installation d'une porte automatique

Afin de conserver la température des chambres froides et chaudes, nous avons proposé de remplacer les anciennes portes par des portes coulissantes automatiques.

Ces portes fonctionnent comme le suivant:

- À l'approche d'une personne, la porte s'ouvre à grande vitesse jusqu'à capteur S3 et à petite vitesse jusqu'à capteur S4.
- À l'absence des personnes, la porte reste ouverte pendant 15 secondes, et puis se referme à grande vitesse jusqu'à S2 puis à petite vitesse jusqu'à S1.
- la détection des personnes se fait par le capteur S5.

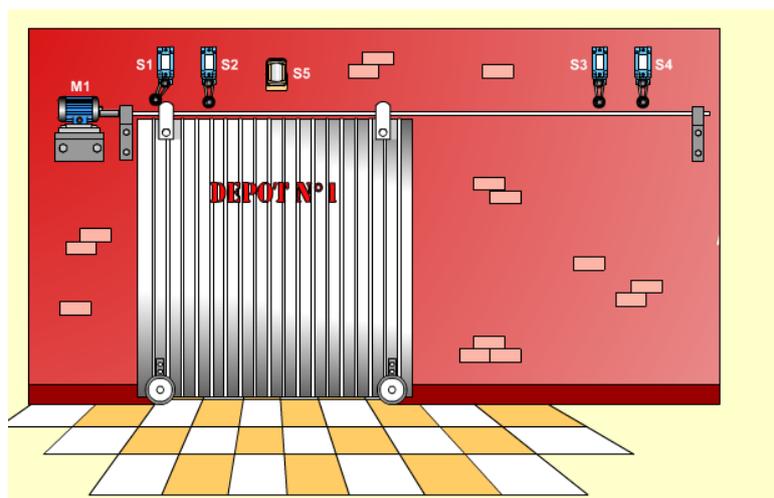


Figure 15: Portes coulissante automatique

Nous avons présenté son schéma de puissance et de commande :

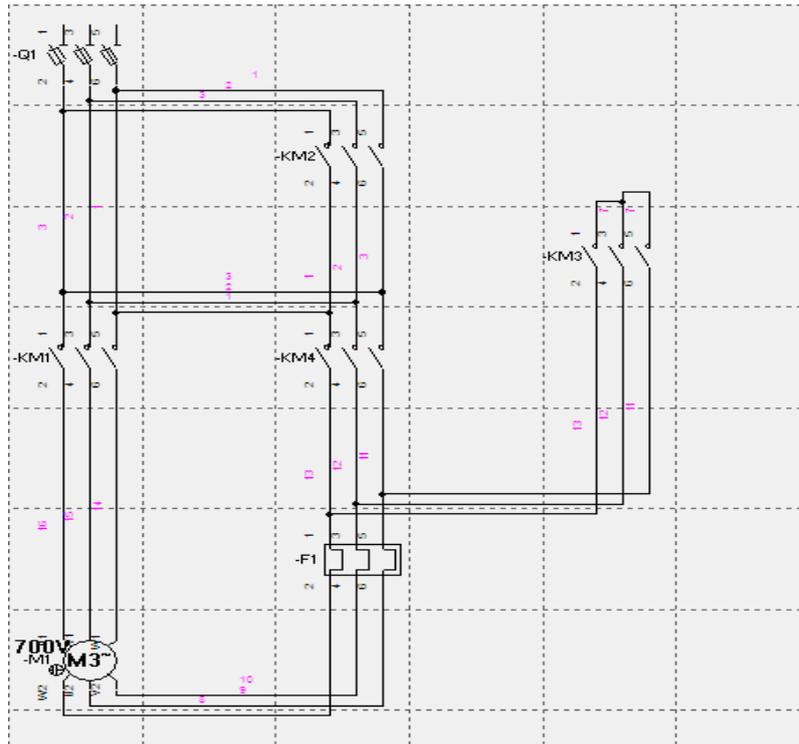


Figure 16: Schéma de puissance de la porte automatique



Figure 17: Schéma de commande de la porte automatique

g. Solution 7: Réduire la consommation liée à la chaudière

La chaudière est un système de chauffage central à combustion classique. Le fioul, stocké dans une cuve, est brûlé dans la chaudière. Les flammes réchauffent de l'eau qui circule dans les canalisations et radiateurs de l'habitation.

Pendant l'analyse des mesures nous avons remarqué que le département utilité où se trouve la chaudière est celui qui consomme le plus d'énergie. C'est pour cela que nous avons pensé à réduire la consommation d'énergie de la chaudière, et nous avons proposé les solutions suivantes :

– L'isolation :

Nous avons conseillé de vérifier l'isolation de son logement, et notamment celle des murs et des combles. Un logement mal isolé, c'est jusqu'à 30% de la chaleur qui s'enfuit par la toiture et jusqu'à 25% par les murs. Adopter les nouvelles technologies d'isolation permet donc de réduire drastiquement sa consommation d'énergie : jusqu'à 80% des dépenses d'énergies.

– Contrôle Avancé de la Combustion :

Ce système apporte une efficacité thermique dynamique optimale grâce à une coordination du débit du combustible avec le contrôle du débit d'air. Les émissions ainsi que le procédé de combustion de la chaudière sont stabilisés et la perte d'énergie dans les fumées est minimisée.

– Contrôleur Maître de Pression :

Ce système maintient une production de vapeur stable ainsi qu'une pression vapeur en tête au niveau requis. L'algorithme prédictif garantit un équilibre continu entre producteur et consommateur de vapeur.

– Contrôle de Ligne Permanente :

C'est l'outil d'optimisation temps réel de la production d'énergie électrique et de vapeur. Il permet d'atteindre les objectifs opérationnels et financiers tout en minimisant les risques contractuels de ne pas atteindre les quotas.

– Attribution de Charge Economique de chaudière ou de turbine :

Ce système permet le partage de la charge optimale entre les différents producteurs d'électricité, dans le cas de plusieurs générateurs. Les chaudières sont contrôlées pour maximiser l'efficacité thermique globale.



Figure 18: La chaudière de l'usine

III. CONCLUSION

Finalement, après l'analyse de la consommation d'énergie électrique de l'usine nous avons proposé une gamme de solutions concernant le comportement du personnel et les équipements électriques pour réduire la consommation.

Conclusion générale

Pendant la période de notre stage nous avons fait une étude technique du système de production de l'énergie au sein de l'usine CHERGUI.

Nous avons commencé par une visite générale du site ce qui nous a permis de faire une description du réseau électrique de l'usine, partant de la source MT jusqu'aux départs BT, et ceci sous format unifilaire.

Nous avons étudié la consommation de l'énergie électrique des différents équipements de l'usine, puis nous avons fait une analyse des consommations pour savoir l'équipement qui consomme plus d'énergie que les autres.

Nous avons étudié la facture ainsi que le prix de vente du KWH de l'usine pour chaque saison pour avoir une idée sur le taux de consommation d'énergie dans les heures creuses et les heures pleines.

Enfin nous avons proposé des solutions pour minimiser les pertes et éviter les pénalités de dépassement de la puissance souscrite, et pour arriver à notre objectif « l'optimisation de l'énergie électrique de l'usine CHERGUI ».

Parmi les différentes solutions que nous avons proposé, nous avons trouvé que la porte coulissante automatique est la solution la plus fiable, pour bien diminuer la consommation d'énergie électrique de la part du départements utilité, qui consomme le plus d'énergie dans l'usine.

Annexes

Les plaques signalétiques du transformateur 1 et 2 :

Marque : Merlin Gerin

Puissance : 800KVA

Fréquence : 50Hz

Tension C/C : 6 %

Norme : NF 52-100, NM 52-100, CEI -76

tension		primaire	secondaire
position	1	23000	400
	2	22000	
	3	20900	
	4		
	5		
courant		21	1154,73
couplage		Δ	Y

Groupe : Dyn11

Diélectrique : 810 Kg

Nature du Diélectrique : Huile

Masse totale : 2575 Kg

Température de fonctionnement : 90° C

La plaque signalétique du groupe électrogène :

Marque : Eletra Moulin

Puissance : 630KVA

Tension nominal : 400V

Courant nominal : 823A

Température ambiante: 40°C

Altitude : 1000m

Facteur de puissance : 0.8

Vitesse : 1500Rmp

Poids : 4200K

Référence bibliographique

Bibliographie :

- Le support de cours électrotechnique : professeur H. El MARKHI (1ere année génie électrique).
- Cours d'Electrotechnique : auteur J.M.DUTERTRE.

Web graphique:

<http://www.lesdomainesagricoles.com/nos-marques/cherqui//>

<https://www.rbq.gouv.qc.ca/electricite/la-rbq-et-lelectricite/reglementation/definition-dune-installation-electrique.html>

<https://fr.eni.com/particuliers/maitriser-sa-consommation/le-guide-de-l-electricite/disjoncteur-electrique-principe-role-et-types>

<http://www.one.org.ma//>

http://www.inc-technology.com/downloads/Schneider_Electric-PM710MG-datasheet.pdf//