



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**La mise en place d'un système de
management de l'énergie selon la
norme ISO 50001**

Réalisé Par :

Wafae OULKOUNE

Encadré par :

Pr. H. ELMARKHI (FST FES)

Mr. Aziz JADI (Entreprise)

Soutenu le 07-07-2021 devant le jury

Pr. H. ELMARKHI (FST FES)

Pr. M. JORIO (FST FES)

Dédicaces

« A cœur vaillant rien d'impossible
A conscience tranquille tout est accessible
Quand il y a la soif d'apprendre
Tout devient facile pour arriver à nos fins
Malgré les obstacles qui s'opposent
En dépit des difficultés qui s'interposent
Les études sont avant tout
Notre unique et seul atout
Ils représentent la lumière de notre existence
L'étoile brillante de notre réjouissance
Espérant des lendemains épiques
Un avenir glorieux et magique
Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis
Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri »

A ma raison de vivre, mes très chers parents,
A ceux qui me tiennent beaucoup à cœur, mes sœurs
A ces êtres nobles, mes meilleur(e)s ami(e)s
A celui qui ne me poussera toujours vers l'avant
A tous ceux qui ont fait de moi la personne que je suis
aujourd'hui

Remerciements

En préambule à ce rapport, il me est agréable de me acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport.

Tout d'abord, je remercie l'encadrement attentionné et bien veillant de mon parrain industriel M. A. JADI qui m'a accompagnés pendant toute ma période de stage, qui m'a été d'une grande et précieuse aide et qui s'est surtout montré généreux en face de mon avidité pour le savoir et l'apprentissage.

mes grands remerciements vont aussi vers le Pr. H. ELMARKHI, mon parrain, professeur et encadrant pédagogique, pour le savoir-faire qu'il m'a transmis, sa générosité, modestie et disponibilité.

J'exprime également ma gratitude à l'ensemble du personnel de la société laitière CHERGUI pour leur disponibilité et leur aide inconditionnelle, en particulier les responsables au sein des différentes directions : F. NAZIH, A. KAIBA.

Finalement, je tiens à rendre hommage à l'ensemble des enseignants de La faculté des sciences et technique de Fès qui, durant mes trois ans de parcours à l'école, ont œuvré à maintenir une excellente qualité de formation et à m'apprendre les grandes valeurs du professionnalisme.

Résumé

La présente étude s'inscrit, dans le cadre de l'amélioration de l'efficacité énergétique au sein de l'entreprise CHERGUI. J'ai commencé le travail par une présentation de l'organisme d'accueil et du contexte du projet, ensuite un volet a été consacré à un diagnostic selon les exigences définies par la norme ISO 50001 pour évaluer la situation énergétique actuelle.

Ensuite, j'ai mené des audits sur les installations les plus gourmandes en matière d'énergie telles que le système de production d'air comprimé, le réseau électrique, l'éclairage et les chambres frigorifique. Ainsi, j'ai pu développer des solutions et recommandations permettant la minimisation de leur consommation énergétique. Tout ceci fut appuyé par un coût d'investissement et un temps de retour raisonnable permettant leur application afin d'améliorer l'efficacité énergétique de l'usine.

Liste des abréviations

Abréviation	Désignation
AGBT	Armoire Générale Basse Tension
COMP	Compresseur
CONS	Consommation
CPE	Consommation spécifique d'énergie
CTA	Centrale de traitement d'air
FP	Facteur de puissance
Ipé	Indicateur de performance énergétique
KVA	Kilo Volt Ampère
MAD	Moroccan Dirham (Dirham Marocain)
PCI	Le pouvoir calorifique inférieur du combustible
PS	Puissance souscrite
PDCA	Plan do check act
QSE	Qualité Sécurité Environnement
SMé	Système de management de l'énergie
STEP	Station de traitement des eaux usées par pompage
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TR	Transformateur
UES	Usage énergétique significatif

Liste des tableaux

TABLE 1 : INVENTAIRE DES USAGES SIGNIFICATIFS	19
TABLE 2 : EVOLUTION DU FACTEUR DE PUISSANCE PENDANT 2021	21
TABLE 3 : PLAN D' ACTIONS ET METHODE DE VERIFICATION DES RESULTATS.....	23

Table des Figures

FIGURE 1 : SITES GEOGRAPHIQUES PRINCIPAUX DES DOMAINES AGRICOLES AU MAROC	2
FIGURE 2 : LE SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION FRIGORIFIQUE	3
FIGURE 3 : FONCTIONNEMENT D'UNE CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR CTA	4
FIGURE 4 : CENTRALE D'AIR COMPRISE	5
FIGURE 5 : PDCA APPROCHE D'AMELIORATION CONTINUE DU ISO 50001	8
FIGURE 6 : LA CONS D'ELECTRICITE DE L'ATELIER NOVA EN FONCTION DE LA QUANTITE DE PRODUCTION CONDITIONNEE	11
FIGURE 7 : RATIO CONSOMMATION NOVA/QT PRODUCTION CONDITIONNEE	11
FIGURE 8 :LA CONS D'ELECTRICITE DE L'ATELIER CHAUFFERIE EN FONCTION DE LA PRODUCTION TOTALE....	11
FIGURE 9 :RATIO CONSOMMATION CHAUFFERIE/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	11
FIGURE 10 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS L'ATELIER TRAIT EAU EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	12
FIGURE 11 :RATIO CONSOMMATION TRAIT EAU/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	12
FIGURE 12 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS L'ATELIER TRAIT AIR EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	12
FIGURE 13 :RATIO CONSOMMATION TRAIT AIR/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	12
FIGURE 14 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS L'ATELIER AIR COMP EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	13
FIGURE 15 :RATIO CONSOMMATION AIR COMP/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	13
FIGURE 16 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS L'ATELIER STEP EN FONCTION DE LA QUALITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	13
FIGURE 17 :RATIO CONSOMMATION STEP/QT PRODUCTION FABRIQUÉE.....	13
FIGURE 18 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS L'ATELIER FROID EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	14
FIGURE 19 :RATIO CONSOMMATION FROID/QT PRODUCTION FABRIQUÉE.....	14
FIGURE 20 :VARIATION DE LA CONS D'ELECTRICITE DE L'ATELIER TECNAL EN FONCTION DE LA FABRICATION TOTALE	14
FIGURE 21 :RATIO CONSOMMATION TECNAL/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	14
FIGURE 22 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DE L'ECLAIRAGE EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	15
FIGURE 23 :RATIO CONSOMMATION ECLAIRAGE/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	15
FIGURE 24 : LA CONS D'ELECTRICITE DE L'ATELIER FROMAGERIE EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION DU FROMAGE	15
FIGURE 25 :RATIO CONSOMMATION FROMAGERIE/QT PRODUCTION FABRIQUÉE	15
FIGURE 26 :VARIATION DE LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE TOTALE EN FONCTION DE LA QUANTITE DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	16
FIGURE 27 :RATIO CONSOMMATION TOTALE/QT DE LA PRODUCTION FABRIQUEE	16
FIGURE 28 : EVOLUTION DE LA CONSOMMATION DU FIOUL ET DE LA PRODUCTION 2020-2021	16
FIGURE 29 : RATIO CONSOMMATIONS FIOUL / PRODUCTION EN KG 2020-2021.....	16
FIGURE 30 : CORRELATION ENTRE LA CONSOMMATION MENSUELLE DU FIOUL ET D'ELECTRICITE	17
FIGURE 31 :CORRELATION ENTRE LA CONSOMMATION GLOBALE EN KWH ET EN MAD.....	18
FIGURE 32 : COMPARAISON ENTRE LA CONSOMMATION DE L'AGBT ET LA TGBT PENDANT 1 MOIS.....	18
FIGURE 33 :LA CONSOMMATION MENSUELLE PAR TYPE D'ENERGIE EN MAD	19
FIGURE 34 : LA CORRELATION ENTRE LA TEMPERATURE EXTERIEURE SUR LA PRODUCTION TOTALE.....	20
FIGURE 35 : LES COMPTEURS DE FIOUL ET D' ELECTRICITE DE L' USINE.....	20
FIGURE 36 : USAGES ENERGETIQUES SIGNIFICATIFS.....	21

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	2
I. INTRODUCTION.....	2
II. PRESENTATION DE LA SOCIETE LAITIERE CHERGUI	2
III. FONCTIONNEMENT DES ATELIERS DE L'USINE	3
CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE ET STRUCTURE DE LA NORME ISO 50001	7
I. PROBLEMATIQUE DU SUJET ET METHODOLOGIE D'APPROCHE	7
II. SYSTEME DE MANAGEMENT DE L'ENERGIE	7
ANALYSE ET DIAGNOSTIC	10
INTRODUCTION	10
I. PROFILE DES CONSOMMATIONS	10
II. LA CORRELATION ENTRE LES QUANTITES DE PRODUCTION ET LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DE L'USINE	17
III. COMPARAISON ENTRE LA CONSOMMATION DE L'ARMOIRE GENERALE BASSE TENSION ET LE TABLEAU GENERAL BASSE TENSION	18
IV. MOYENNE DE LA CONSOMMATION MENSUELLE PAR TYPE D'ENERGIE EN MAD EN KWH ET EMISSION DE CO2	19
V. INVENTAIRE DES USAGES.....	19
VI. ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE EXTERIEURE SUR LA PRODUCTION :	19
VII. CARTOGRAPHIE DES COMPTEURS	20
VIII. DETERMINATION DES USAGES ENERGETIQUES SIGNIFICATIFS.....	21
IX. LE FACTEUR DE PUISSANCE	21
X. CONCLUSION	21
PLAN D'ACTION	22
INTRODUCTION	22
I. SITUATION ACTUELLE	22
II. INTEGRATION DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LES FICHES TYPES DE SUIVI ET DANS LES REUNIONS DE PERFORMANCE	22
III. PLAN D' ACTIONS ET METHODE DE VERIFICATION DES RESULTATS	22
IV. CONCLUSION	24
CONCLUSION	25
BIBLIOGRAPHIE	26
WEBOGRAPHIE	26

Introduction générale

Dans un contexte de dépendance énergétique quasi totale et d'une fluctuation importante des prix d'énergie primaire d'origine fossile, le Maroc a mis en place une nouvelle stratégie énergétique dont l'efficacité est placée en tête de ses priorités.

L'objectif de cette stratégie est d'introduire de manière durable les techniques d'efficacité énergétique au niveau des différents secteurs socio-économiques, en particulier le secteur qui consomme presque le tiers de l'énergie totale, et ce à travers la réalisation d'audits énergétique visant l'optimisation de la consommation d'énergie dans les entreprises.

La stratégie énergétique intègre la dimension d'économie d'énergie pour des objectifs de sécurité de l'approvisionnement, de compétitivité des entreprises et de la contribution à la protection de l'environnement.

C'est dans cette perspective que s'inscrit mon projet de fin d'étude effectué au sein de « La société laitière CHERGUI » qui vise à étudier l'opportunité d'optimisation de la consommation des différents vecteurs énergétique.

Dans un premier temps, j'ai fait une collecte d'informations sur les consommations d'énergie électrique et des combustibles, les données de production et les caractéristique des installations et des équipements consommateur d'énergie électrique(moteur, lignes de refroidissement, éclairage, climatisation, bureautique, frigo...).

Ensuite, j'ai procédé la partie du diagnostic et analyse des données permettant de cibler les gisements potentiels d'économie d'énergie. Puis, des solutions d'efficacité énergétique, appuyées par un coût d'investissement, ont été proposées.

La première partie c'est une présentation de l'entreprise et le fonctionnement des unités de l'usine, ensuite une deuxième partie a été consacrée à donner le contexte générale de l'étude et la structure de la norme ISO 50001, ainsi j'ai pu développer dans la troisième partie une analyse des données selon la norme, enfin j'ai proposé un plan d'action visant l'optimisation énergétique des unités de l'usine, vu les grands problèmes qu'ils connaissent.

Présentation de l'entreprise

I. Introduction

Ce présent chapitre donne une description de l'entreprise CHERGUI dans laquelle le projet de fin d'études intitulé «La mise en place d'un système de management de l'énergie selon la norme ISO 50001» a été effectué, et du groupe «Les domaines agricoles » dont l'entreprise fait partie, puis je vais donner une description du processus de fabrication des produits, après je vais définir le contexte de projet et montrer la planification et la démarche adoptée pour réussir ce projet. [12]

II. Présentation de la société laitière CHERGUI

1. Les domaines agricoles

Les domaines agricoles, anciennement appelés domaines royaux, sont une société privée, créée en 1960 et présente sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc avec de nombreux sites de production. Les domaines constituent un des principaux producteurs -exportateurs de fruits et légumes au Maroc. Ils proposent une gamme de produits très large destinée tant au grand public qu'aux professionnels (figure 1). Sur une superficie de plus de 12 000 hectares d'exploitations agricoles, des centaines de produits et avec un chiffre d'affaires annuel estimé à 1,5 milliard de dirhams dont les deux tiers sont destinés à l'exportation, notamment des agrumes. Le groupe emploie 2000 salariés, dont 200 cadres, qui ont pour mission : La production; la transformation; la commercialisation des produits. Les Domaines sont considérés comme les champions nationaux en matière d'agriculture et d'agroalimentaire. [13]



figure 1 : Sites géographiques principaux des Domaines agricoles au Maroc

2. Objectifs du groupe

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. [13]

3. Les domaines agricoles : CHERGUI

La marque CHERGUI se décline en différentes gammes de produits aux recettes authentiques ou originales, privilégiant toujours le goût et la richesse des ingrédients. La marque CHERGUI regroupe plusieurs catégories de produits.

- Des yaourts à la cuillère : les fermes (Jnane), les crémeux (crème de CHERGUI), les gourmands (brassés aux fruits), les diététiques (Finesse), santé (Bifidus) et au lait de chèvre.
- Des yaourts à boire : à la pulpe de fruits (Daya) et aromatisés (Raïbi).
- Des jus de fruits au lait : Fawakih.
- Des desserts bicouche aux fruits.
- Des fromages : au lait de vache et au lait de chèvre. [14]

III. Fonctionnement des ateliers de l'usine

1. FROID

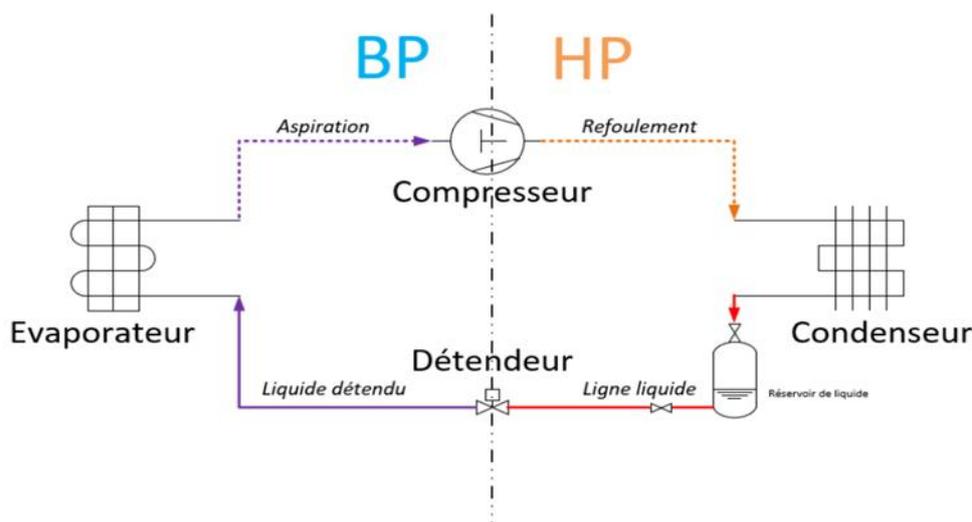


figure 2 : Le schéma de principe d'une installation frigorifique

La préparation de l'eau glacée se fait dans l'atelier FROID, un refroidissement de l'eau glycolée avec de l'ammoniac dans son état liquide en utilisant un échangeur à plaque, L'installation contient 3 compresseurs à vis NH₃, l'eau glacée est distribuée aux différents échangeurs dans les chambres froides et aux réfrigérateurs et aussi pour la climatisation.

Le bac à accumulation de glace fonctionne comme étant un réservoir parfaitement isolé qui contient de l'eau dans laquelle sont plongés des serpentins de tube lisse dans lesquels circule un fluide réfrigérant (MEG30%) à l'extérieur desquels se forme un manchon de glace d'une épaisseur prédéterminée et contrôlée par un système de régulation.

En partant du point de refoulement des compresseurs vers les condenseurs évaporatifs, l'ammoniac chaud refoulé à haute pression (HP) va se refroidir à l'aide de la pulvérisation de l'eau et la ventilation mécanique à l'intérieur du condenseur. À la sortie du condenseur, l'ammoniac est totalement à l'état liquide et toujours à HP (figure 2). Ce liquide sous-refroidi dans le condenseur est vaporisé partiellement par abaissement brusque de la pression au passage de l'orifice calibrée du détendeur. Ensuite il se repose dans la bouteille moyenne pression (MP). [3]

L'alimentation de l'échangeur pour satisfaire le besoin des différentes unités de production en ammoniac liquide se fait par des pompes placées au-dessous de la bouteille (MP), l'échangeur capte la chaleur de l'eau à refroidir en évaporant l'ammoniac liquide qu'il contient. Cette quantité de vapeur retourne dans la partie supérieure de la bouteille (MP) puis elle sera aspirée par le groupe de compression (eau glacée) d'où la fermeture du premier cycle frigorifique.

Ensuite, une deuxième détente de l'ammoniac liquide située dans la bouteille (MP) fait baisser la température jusqu'à -11°C dans la bouteille basse pression (BP), cette dernière est équipée avec un échangeur à plaque alimenté gravitairement afin de produire l'eau glycolée et alimenter la frigorière de la chambre froide en MEG 30%.

L'ammoniac chaud refoulé par le groupe de compression à haute pression (HP) va se refroidir à l'aide du condenseur évaporatif de la même manière décrite dans la première solution, sauf que le liquide se refroidi dans le condenseur sera vaporisé par abaissement brusque de la pression pour atteindre une température égale à -11°C et se repose dans la bouteille basse pression (BP), cette dernière est équipée avec un échangeur a plaque alimenté gravitairement pour la production d'eau glycolée (MEG30%) qui sera envoyer vers la chambre froide et le Herse du bac à glace.

Le bac à accumulation de glace fonctionne comme étant un réservoir parfaitement isolé qui contient de l'eau dans laquelle sont plongés des serpentins de tube lisse (Herse) dans lesquels circule un fluide réfrigérant (MEG30%) à l'extérieur desquels se forme un manchon de glace d'une épaisseur prédéterminée et contrôlée par un système de régulation.

Ensuite pour la distribution, l'eau est retirée du réservoir à une température de 1°C (le glaçon se détache plus facilement grâce à un système d'agitation à soufflerie) et envoyé aux appareillages par l'action de la station des pompes d'envois.

2. Traitement d'air

La centrale à traitement d'air est un équipement technique qui permet de maîtriser la température, l'hygrométrie et la qualité de l'air d'un local afin de créer un climat artificiel répondant à des conditions et exigences particulières selon le secteur où l'on l'utilise (industriel, hospitalier, hôtellerie, commercial...).

Le but de l'utilisation d'une CTA (figure 3) est de prendre l'air extérieur et de lui faire subir un traitement (le chauffer ou le refroidir, le purifier). L'air traité sera ensuite diffusé dans les locaux desservis grâce à des réseaux de conduits et d'appareils terminaux. [4]

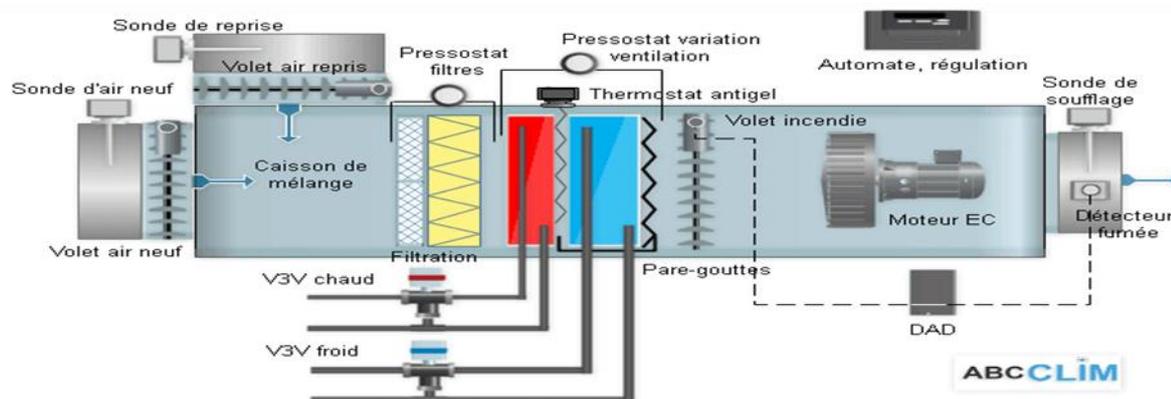


figure 3 : Fonctionnement d'une centrale de traitement d'air CTA

Volet d'air neuf : Ce volet motorisé règle en fonction de la régulation le débit d'air neuf, il aussi une fonction antigel.

Volet de reprise : Il règle l'admission de l'air repris dans le local à traiter, fonctionne en parallèle avec le volet d'air neuf.

Boîte de mélange : Permet le mélange de l'air neuf et de l'air de reprise. Les volets d'air de reprise et d'air neuf sont synchronisés à partir d'un jeu de tringlerie ou de moteurs indépendants.

Pressostat filtres : Détection défaut filtres encrassés, alarme seule.

Pressostat variation ventilation : Détecteur de type transducteur qui permet de modifier la vitesse de rotation du moteur en fonction de l'encrassement des filtres.

Filtration : La filtration protège la CTA contre la poussière et les diverses particules nuisibles. Il peut y avoir plusieurs niveaux de filtration de moyenne à haute efficacité.

Batterie chaude : Serpentin en cuivre ou l'eau chaude circule munie d'ailettes en aluminium afin de favoriser l'échange avec l'air, l'eau et l'air circulent à contre-courant.

Batterie froide : La batterie froide peut être à détente directe (fluide frigorigère) ou à eau glacée (configuration identique à la batterie eau chaude).

Humidificateur : L'humidification s'effectue par ruissellement d'eau sur un matelas de fils d'acier galvanisé ou par injection de vapeur (non représenté). Par gouttelettes : Évite l'entraînement de goutte d'eau.

Volet incendie : Limite la propagation des fumées par compartimentage.

DAD : Détecteur autonome Déclencheur, protection incendie, commande le volet incendie.

Détecteur de fumée : Détection de fumée qui permet au DAD d'agir sur le volet incendie.

Bloc ventilateur : Le ventilateur peut être à action ou à réaction, entraînement par courroies, direct ou à commutation électronique (EC).

3. Air comprimé

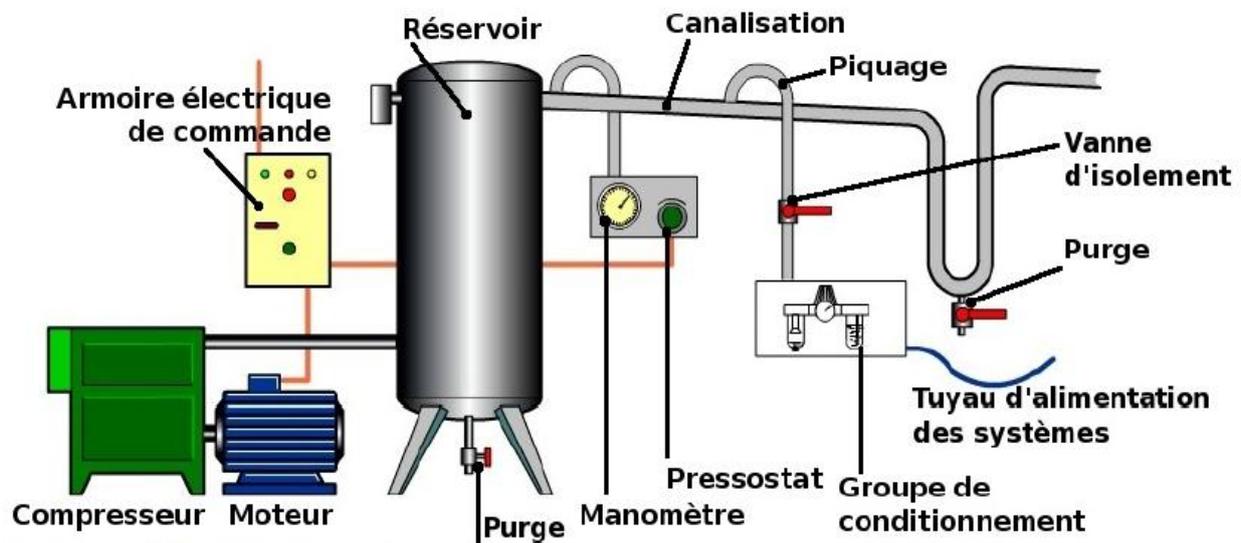


figure 4 : Centrale d'air comprimé

Compresseur : Chargé d'augmenter la pression de l'air lorsqu'il est entraîné par le moteur. Il est souvent équipé d'un refroidisseur permettant d'éviter une augmentation de la température de l'air. [2]

Réservoir : Permet de stocker l'air comprimé et uniformiser le débit en aval de l'installation.

Pressostat : Permet de définir la pression souhaitée dans le réservoir. C'est lui qui pilotera la mise en route du moteur ou son arrêt selon le besoin en air comprimé.

Manomètre : Permet un contrôle visuel de la pression.

Groupe de conditionnement : Il équipe chaque relié au réseau de distribution en air. Il est chargé de filtrer, réguler la pression ainsi que la lubrifier si besoin (de moins en moins utilisé sur les systèmes récents).

Canalisation : Son installation respecte toujours une pente dont le point le plus haut se trouve le plus près possible du réservoir. Elle est comprise entre 1 et 3% afin de permettre l'écoulement.

Piquage : Permet d'alimenter les unités de production, ils sont situés au-dessus de la canalisation afin d'éviter la condensation.

4. Chaufferie

L'installation contient deux chaudières à vapeur alimentée par du fioul, on utilise le principe de condensation de manière à optimiser les échanges thermiques pour plus d'efficacité et moins de déperditions de chaleur.

La chaudière vapeur va réchauffer le circuit d'eau adoucie présent dans la chaudière avec son brûleur. Ensuite, des fumées sont générées par cette combustion, et elles contiennent de la vapeur d'eau à très

haute température. La combustion produit ainsi de l'eau chaude qui va être distribuée dans le circuit de chauffage. L'eau qui revient dans le circuit est alors plus froide en revenant dans la chaudière, mais elle a pu s'enrichir au passage d'une partie de l'énergie que contiennent les fumées. Ensuite, la vapeur d'eau va se condenser naturellement sur la paroi de l'échangeur, plus froide, et ceci crée de l'énergie.

5. Traitement d'eau

L'installation du traitement d'eau permet de préparer de l'eau adoucie à travers les étapes suivantes:

- Injection du chlore au bassin pour participer à l'élimination de la matière organique et de l'ammoniac.
- Filtration du sable.
- Filtration du charbon .
- Permuter les ions calcium et magnésium qui constituent la dureté de l'eau par des ions sodium liés à la résine de l'adoucisseur.
- Stockage de l'eau adoucie pour la distribution.

6. NOVA

Les NOVA ce sont des installations qui contiennent plusieurs équipement électrique et mécanique (moteurs, résistances, doseur, vérins...) commandée par des automates, l'installation fonctionne pour le conditionnement des produits.

7. STEP

Une station d'épuration des eaux usées ou plus communément appelées STEP, c'est un centre de traitement de l'eau. Ce centre de traitement a deux missions bien distinctes : recycler les eaux usées en éliminant les polluants avant leur rejet dans la nature une station d'épuration élimine les polluants de l'eau à travers quatre procédés :

- Traitement mécanique qui élimine les déchets par tamisage et décantation.
- Traitement chimique qui élimine les substances dangereuses par l'ajout de produits chimiques.
- Séparation de l'eau et la boue dans un centrifuge.
- Traitement biologique qui élimine les matières organiques et minérales par la culture microbienne.

8. TECNAL

Le TECNAL contient plusieurs zones :réception, stockage, thermisation, pasteurisation, préparation Cream cheese, préparation Cream et desserts lactés, yaourt Cream fraiche, pate fraiche faisselle, pâtes molles, nettoyage en place (NEP).

Contexte général de l'étude et structure de La norme ISO 50001

I. Problématique du sujet et méthodologie d'approche

Gérer l'énergie est aujourd'hui une réponse évidente pour faire face aux enjeux grandissant : climat désorienté, prix à la hausse, développement durable...

La Norme ISO 50001 - Systèmes de Management de l'Énergie - arrive à temps pour s'imposer dans un contexte plein d'ambition : certains parlent déjà de Troisième Révolution industrielle, de Smart Industries, d'usines du futur, alors qu'il y a déjà tant à faire avec la gestion de l'énergie industrielle. [7]

C'est dans cette perspective que " la société laitière CHERGUP" j'ai proposé comme sujet « La mise en place d'un système de management de l'énergie selon la norme ISO 50001», et ce dans l'objectif de repérer les possibilités d'économie d'énergie au niveau des différents postes de consommation d'énergie de l'usine en se basant sur la méthodologie de la norme ISO 50001 et en respectant ses exigences.

II. Système de management de l'énergie

1. Le Système de management de l'énergie

Le Système de Management de l'Énergie a pour objectif de développer une gestion méthodique de l'énergie. Il est l'approche privilégiée pour faire face à l'augmentation durable des prix de l'énergie et des risques liés au changement climatique.

Selon le rapport de l'Agence internationale de l'Énergie, la mise en place d'un système de management de l'énergie permet d'économiser entre 5 et 22% d'énergie. Cet outil est l'élément principal permettant de certifier un organisme ISO 50001 : Management de l'énergie.

La certification permet d'afficher l'engagement de l'organisme pour une gestion responsable de l'énergie. La certification du management de l'énergie sert à :

- Démontrer l'amélioration des performances énergétiques de l'entreprise.
- Démontrer son engagement en faveur d'une gestion responsable de l'énergie.
- Réduire sa facture énergétique.
- Mettre en œuvre un projet collectif pour l'amélioration des bonnes pratiques.
- Pérenniser sa démarche d'efficacité énergétique.
- Réduire les risques financiers liés à l'énergie.
- Anticiper la réglementation.

2. La norme ISO 50001

La norme ISO 50001 est une norme internationale qui est diffusée par l'AFNOR en France. Les étapes principales sont les mêmes que celles des normes ISO 9001 : Management de la qualité, ISO 14001 : Management environnemental et ISO 22000: Management de la sécurité des denrées alimentaires.[6]

En effet, la norme se fonde aussi sur une approche d'amélioration continue dite PDCA : Plan, Do, Check, Act (planifier, faire, vérifier, agir) et suit un modèle cyclique. L'approche PDCA peut se résumer de la façon suivante :

a) Plan : planification

Le SMé domaine d'application et périmètre : exigences générales, identification des activités qui seront concernées par la gestion de l'énergie, identification du site géographique sur lequel s'applique la gestion de l'énergie et des limites organisationnelles.

Politique énergétique : définir la stratégie énergétique, la partager et mentionner les exigences incontournables de la norme ISO 50 001.

Équipe d'énergie -Rôles et responsabilités : identifier les ressources humaines nécessaires à la performance du système de management de l'énergie.

Revue énergétique : analyser exhaustivement des sources d'énergie, des consommations et des usages.

Consommation de référence : déterminée à partir des données des années précédentes.

Indicateurs de performances : déterminer les indicateurs de performance énergétique qui vont permettre le suivi de la performance énergétique de l'entreprise.

Objectifs et cibles : prévoir à partir des IPés les plans d'action à mettre en place.

b) Do : mise en œuvre

Déployer le système de management de l'énergie :

- Exploiter les données de la planification.
- Installer les rôles et responsabilités.
- Impliquer les acteurs de l'organisation: le personnel et les managers.
- Instituer des réunions de suivi de l'avancement du plan d'action.
- Mettre en œuvre et initier l'utilisation d'outils d'amélioration tels que les corrections réalisées, les recherches de causes à des dérives et l'implication de la maintenance pour le développement de la maintenance préventive.
- Développer les actions à la fois pour le système de management et l'efficacité énergétique.
- Mettre en place un plan de mesure énergie.
- Finaliser la documentation.

c) Check : vérification

Évaluation et mesure de :

- L'efficacité des actions réalisées.
- L'efficacité du SMÉ au travers des audits internes.
- L'amélioration de la performance énergétique à l'aide de la consommation de référence et des IPÉs.

d) Act : réaction

- Corriger les non-conformités.
- Recommencer avec les corrections nécessaires.



figure 5 : PDCA approche d'amélioration continue du ISO 50001

Le travail de ce stage concerne essentiellement la partie Plan (figure 5) de la norme ISO 50001 qui contient essentiellement la politique énergétique de l'entreprise, la revue énergétique, la consommation de références, les IPÉs et les projections pour les plans d'action, et une initiation à la partie Do de la roue de DEMING.

3. Périmètre de Travail

Avant d'entamer un projet de gestion en générale et d'énergie en particulier il faut définir les limites organisationnelles, c'est une exigence importante de la norme. La première réunion avec l'équipe de

travail avait pour but de définir les limites et d'identifier les activités qui seront concernées par la gestion de l'énergie, l'identification du site géographique sur lequel s'applique la gestion de l'énergie.

Dans notre cas l'usine en général tout entier sera le périmètre de travail et plus particulièrement les sections suivantes :

- Atelier froid (préparation de l'eau glacé).
- Salle traitement d'eau.
- La chaufferie.
- La salle d'air comprimé.
- le STEP.
- Les NOVA.
- L'éclairage.
- CTA : centrale de traitement d'air.
- TECNAL.
- Fromagerie.

4. Politique énergétique

L'objectif de cette étape est de s'assurer de l'engagement de la direction à améliorer la performance énergétique de l'organisme.

Plusieurs actions sont nécessaires pour mettre en avant la politique énergétique :

- Un engagement pour garantir la disponibilité de l'information et des ressources nécessaires pour atteindre les objectifs et les cibles.
- Fixer le cadre dans lequel les objectifs et cibles énergétiques sont mis en place et revus .
- Adapter et améliorer le patrimoine existant dans l'optique d'améliorer la performance énergétique.
- Encourager l'achat de produits et de services économes en énergie.
- Documenter et communiquer régulièrement sur la politique énergétique à tous les niveaux au sein de l'organisme.

5. L'équipe de travail

Une équipe a été mise en place au sein de la société laitière CHERGUI. Ils se regroupent de façon régulière afin de réaliser un bilan énergétique, et préparer la certification ISO 50001 :

- une stagiaire encadré par M. ELMARKHI, professeur à la faculté des sciences et technique de Fès.

En interne, une équipe énergie a été nommée :

- Le responsable de la maintenance M. JADI Aziz.
- Responsable de production M. NAZIH Faysal.
- Responsable de la qualité M. KDIDER Mohammed.

Les compétences de cette équipe sont multiples :

- Animer : Sensibiliser tous niveaux et faire circuler l'information.
- Gérer : Comptage, mesures et mise à jour des tableaux de bord.
- Générer des actions : Plans d'action et contrôle des résultats.

Analyse et diagnostic

Introduction

Le but de ce chapitre est de décrire l'état énergétique actuel de l'usine en analysant l'évolution de la production et de la consommation de l'énergie. [8]

Afin de pouvoir définir les différentes phases de la mise en place du SMé au sein de la société laitière CHERGUI j'ai opté pour la démarche PDCA tout en commençant par la première phase soit le diagnostic et le plan d'action qui va aiguiller les actions à mettre en œuvre.

I. Profile des consommations

1. Régression linéaire

a) Définition

L'analyse par régression linéaire simple est une méthode statistique classique, qui est employée pour évaluer la significativité du lien linéaire entre deux variables numériques continues. Autrement dit, on utilise la régression linéaire simple lorsqu'on souhaite évaluer si deux variables numériques continues sont liées de façon significative, en faisant l'hypothèse que leur relation est de type linéaire. [11]

C'est un outil de gestion d'énergie largement utilisé, qui permet d'établir des équations standards pour la consommation d'énergie, et c'est souvent à partir des données qui seraient autrement vides de sens.

b) Le coefficient de détermination linéaire R²

En statistique, le coefficient de détermination linéaire de Pearson, noté R² ou r², est une mesure de la qualité de la prédiction d'une régression linéaire. [16] Il est défini par :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Où n est le nombre de mesures, y_i la valeur de la mesure N^o i , \hat{y}_i la valeur prédite correspondante et \bar{y} la moyenne des mesures.

c) Interprétation du coefficient de détermination

-] 0 - 0,25 [: Faible
- [0,25 - 0,50 [: Moyenne
- [0,50 - 0,75 [: Forte
- [0,75 - 1 [: Très forte [10]

d) Utilisation d'excel pour la régression et la corrélation

1. Sélectionner les deux colonnes x et y.
2. Sélectionner l'icône "assistant graphique"
3. Étape 1: Sélectionner "Nuages de points", premier sous-type de graphique, puis cliquer "suivant".
4. Étape 2: Cliquer "suivant".
5. Étape 3: Rajouter éventuellement des légendes et des titres puis cliquer "suivant".
6. Étape 4: Cliquer "Terminer".
7. Étape 5: Clic-droit sur le nuage de points. Sélectionner "Ajouter une courbe de tendance" dans le menu contextuel. Dans l'onglet "Type", sélectionner "linéaire", puis activer les cases "Afficher l'équation" et "Afficher le coefficient de détermination" dans l'onglet "options".OK[17]

2. Suivis de la consommation énergétique d'électricité en fonction de la production pendant un mois

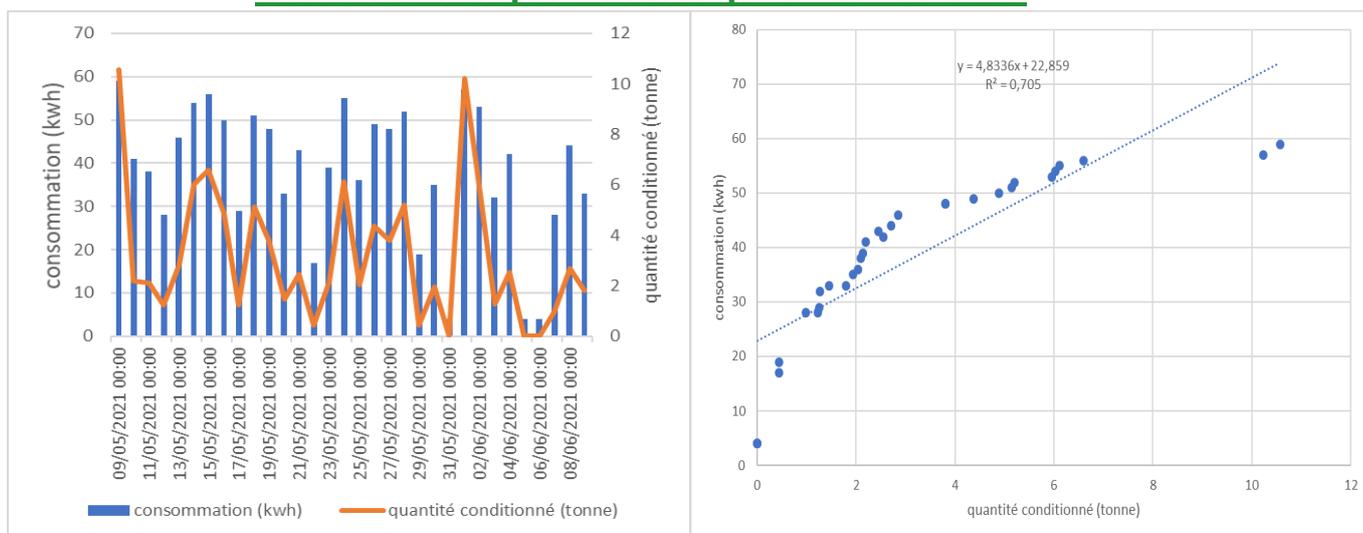


figure 6 : La cons d'électricité de l'atelier NOVA en fonction de la quantité de production conditionnée

figure 7 : Ratio consommation NOVA/QT production conditionnée

D'après la figure 7 : $R^2 = 0,705$ est proche de 1 donc la consommation de l'atelier NOVA est liée à la quantité de la production conditionnée et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 4,8336x + 22,859$ ce qui nous amène à dire que pour le conditionnement d'une tonne du lait on a besoin de 27,7 kWh d'électricité.

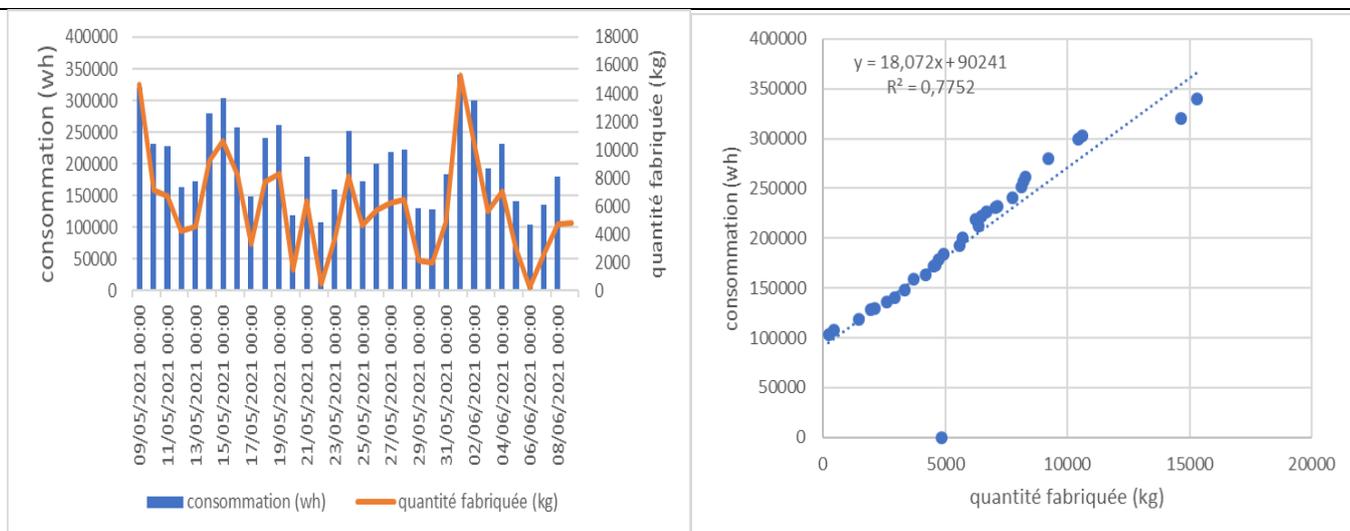


figure 8 : la cons d'électricité de l'atelier chaufferie en fonction de la production totale

figure 9 : Ratio consommation chaufferie/QT production fabriquée

D'après la figure 9 : $R^2 = 0,7752$ est proche de 1 donc la consommation d'électricité de l'atelier chaufferie est liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 18,072x + 90241$ qui nous amène à dire que pour la fabrication d'une tonne du lait on a besoin de 90 kWh d'électricité.

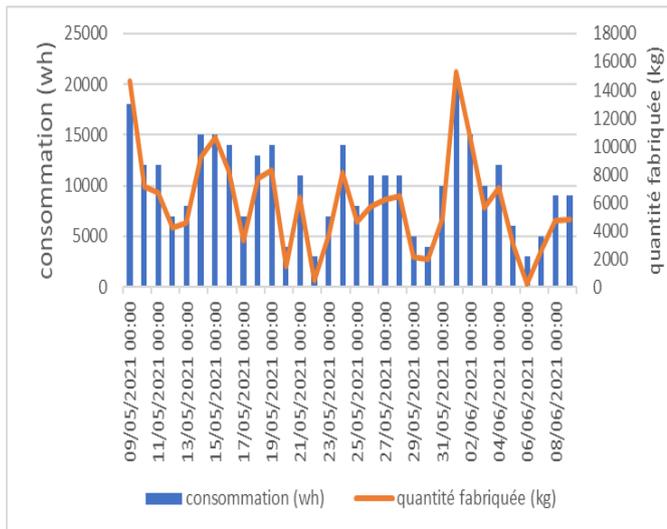


figure 10 :Variation de la consommation d'énergie dans l'atelier trait eau en fonction de la quantité de la production fabriquée

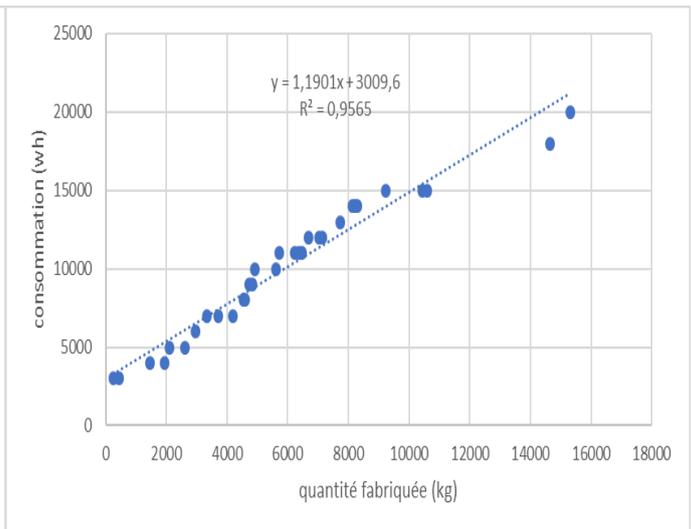


figure 11 :Ratio consommation trait eau/QT production fabriquée

D'après la figure 11 : $R^2 = 0,9565$ est très proche de 1 donc la consommation de la salle du traitement de l'eau est fortement liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 1,1901x + 3009,6$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne du lait on a besoin de 3kWh d'électricité.

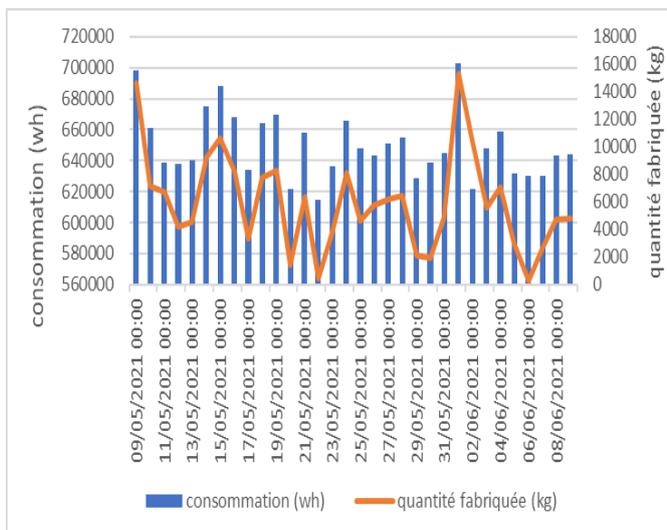


figure 12 :Variation de la consommation d'énergie dans l'atelier trait air en fonction de la quantité de la production fabriquée

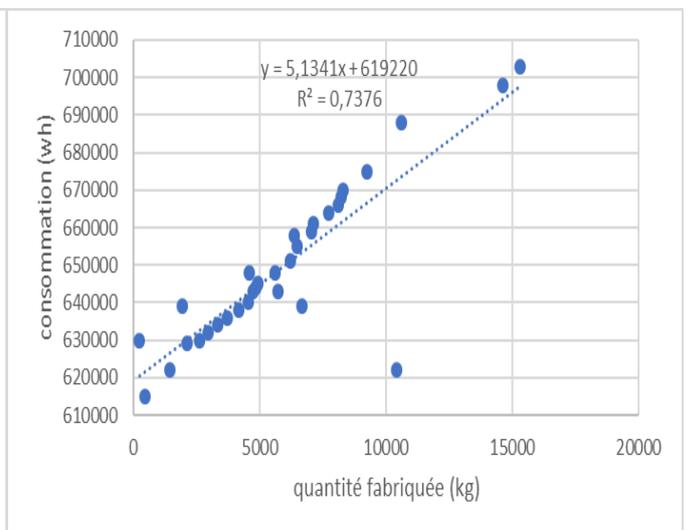


figure 13 :Ratio consommation trait air/QT production fabriquée

D'après la figure 13 : $R^2 = 0,7376$ est proche de 1 donc la consommation de CTA est liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 5,1341x + 619220$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne on a besoin 619 kWh d'électricité.

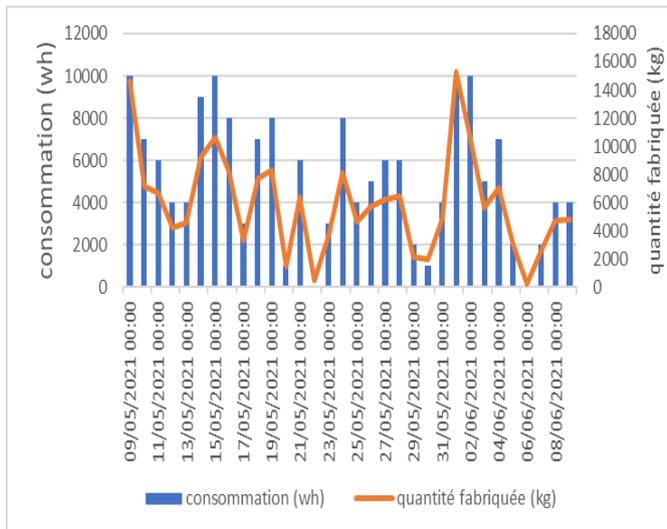


figure 14 :Variation de la consommation d'énergie dans l'atelier air comp en fonction de la quantité de la production fabriquée

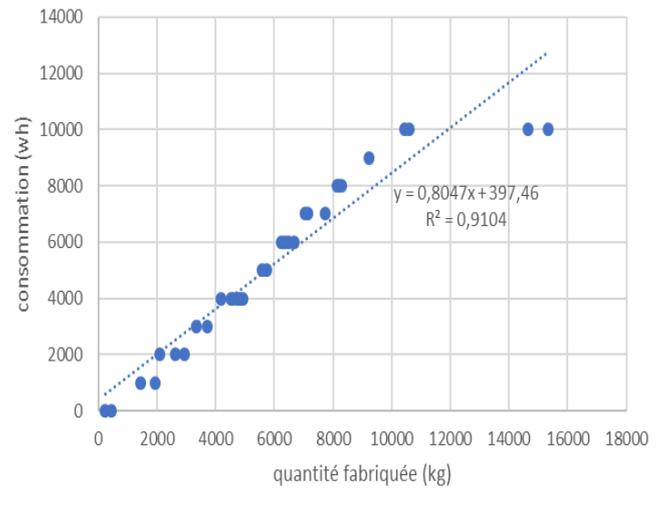


figure 15 :Ratio consommation air comp/QT production fabriquée

D'après la figure 15 : $R^2 = 0,9104$ est très proche de 1 donc la consommation de l'air comprimé est fortement liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 0,8047x + 397,46$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne du lait on a besoin de 397 Wh d'électricité.

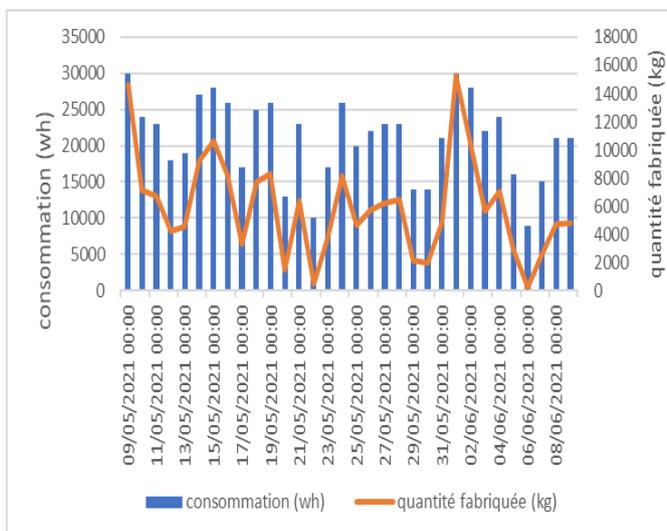


figure 16 :Variation de la consommation d'énergie dans l'atelier step en fonction de la quantité de la production fabriquée

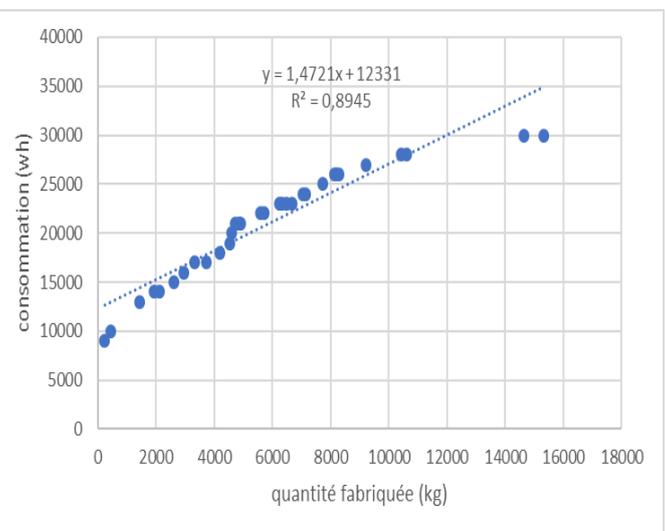


figure 17 :Ratio consommation step/QT production fabriquée

D'après la figure 17 : $R^2 = 0,8945$ est proche de 1 donc la consommation de la STEP est liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 1,4721x + 12331$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne de lait on a besoin de 12,3 kWh d'électricité.

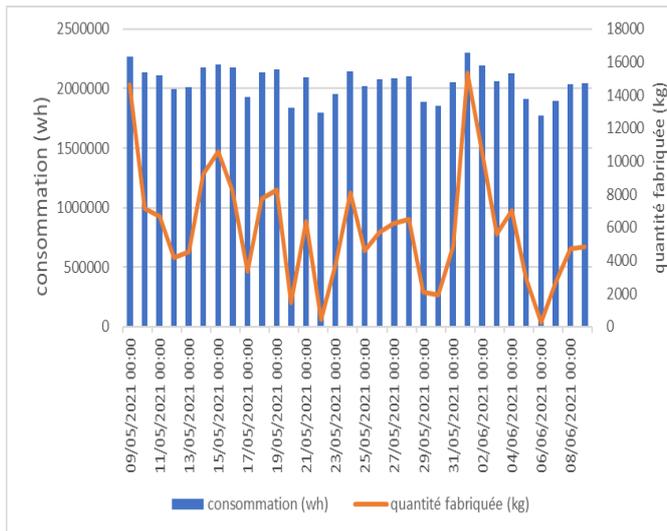


figure 18 :Variation de la consommation d'énergie dans l'atelier froid en fonction de la quantité de la production fabriquée

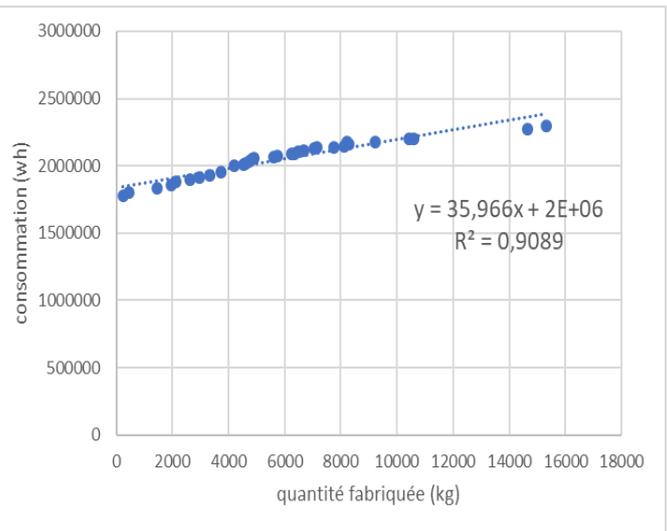


figure 19 :Ratio consommation froid/QT production fabriquée

D'après la figure 19 : $R^2 = 0,9089$ est très proche de 1 donc la consommation d'électricité de l'atelier froid est fortement liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 35,966x + 2000000$ ce qui nous amène à dire que pour la fabrication d'une tonne de lait on a besoin de 2035 kWh d'électricité pour la préparation d'eau glacée.

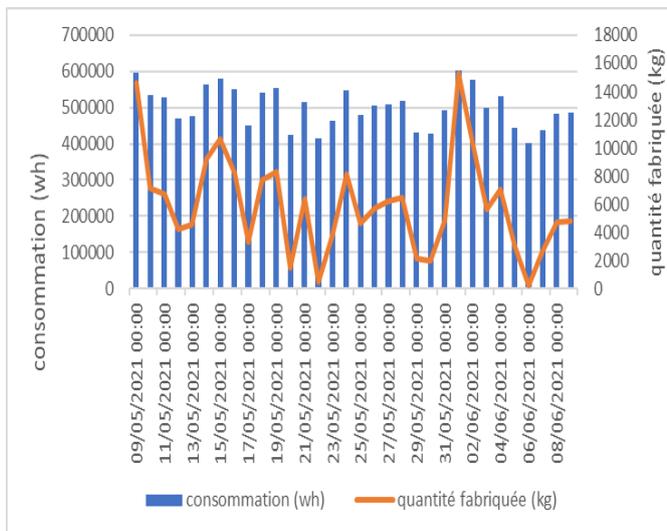


figure 20 :Variation de la cons d'électricité de l'atelier TECNAL en fonction de la fabrication totale

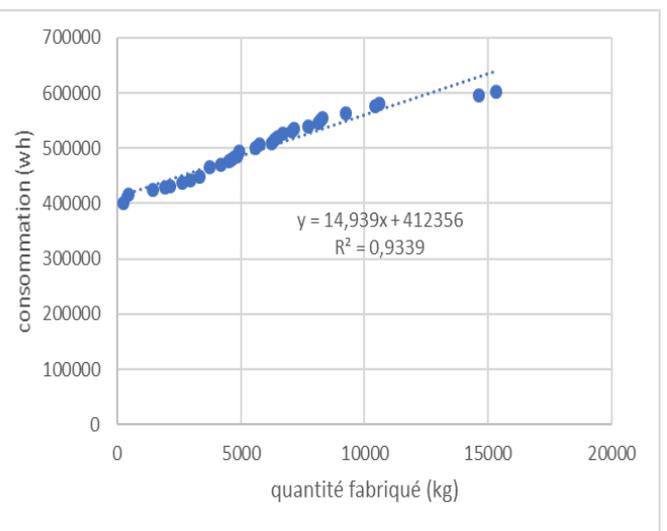


figure 21 :Ratio consommation TECNAL/QT production fabriquée

D'après la figure 21 : $R^2 = 0,9339$ est très proche de 1 donc la consommation du TECNAL est fortement liée à la quantité de production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 14,939x + 412356$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne du lait on a besoin de 412 kWh d'électricité.

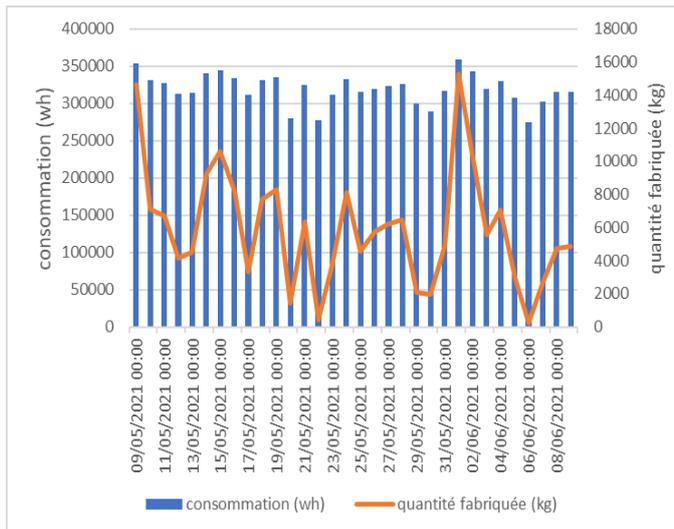


figure 22 :Variation de la consommation d'énergie de l'éclairage en fonction de la quantité de la production fabriquée

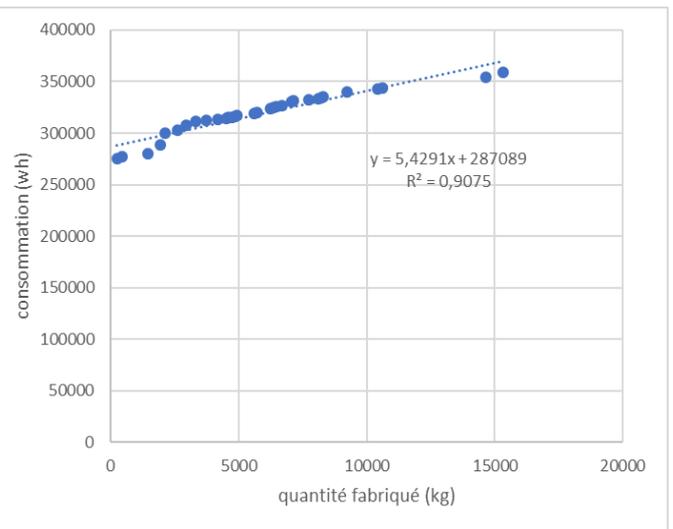


figure 23 :Ratio consommation éclairage/QT production fabriquée

D'après la figure 23 : $R^2 = 0,9075$ est très proche de 1 donc la consommation de l'éclairage est fortement liée à la production et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 5,4291x + 287089$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne du lait on a consomme de 278 kWh d'électricité.

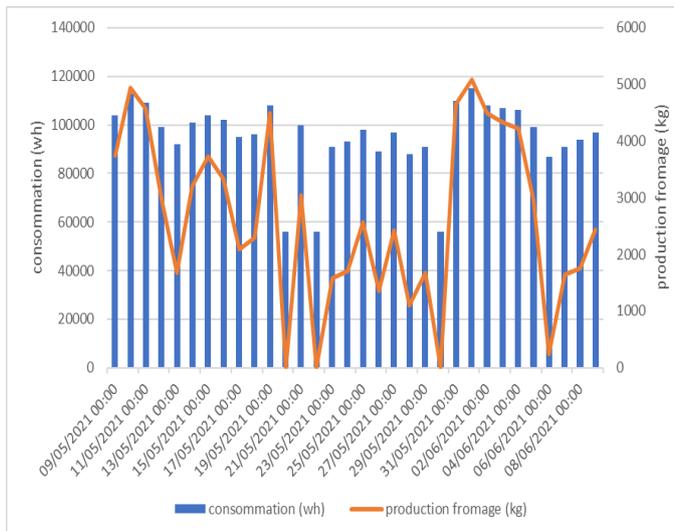


figure 24 : la cons d'électricité de l'atelier fromagerie en fonction de la quantité de la production du fromage

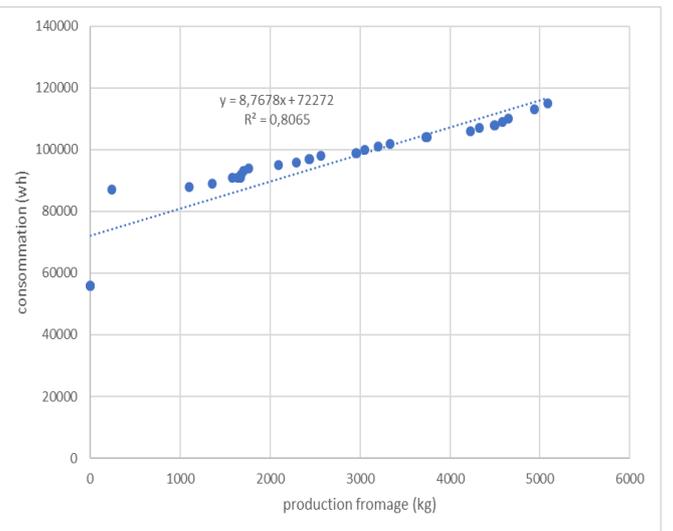


figure 25 :Ratio consommation fromagerie/QT production fabriquée

D'après la figure 25 : $R^2 = 0,8065$ est proche de 1 donc la consommation de la zone fromagerie est liée à la quantité de production de fromage et ils sont même directement liées. L'équation de la courbe est : $y = 8,7678x + 72272$ ce qui nous amène à dire que pour la production d'une tonne de lait on a besoin de 72 kWh d'électricité.

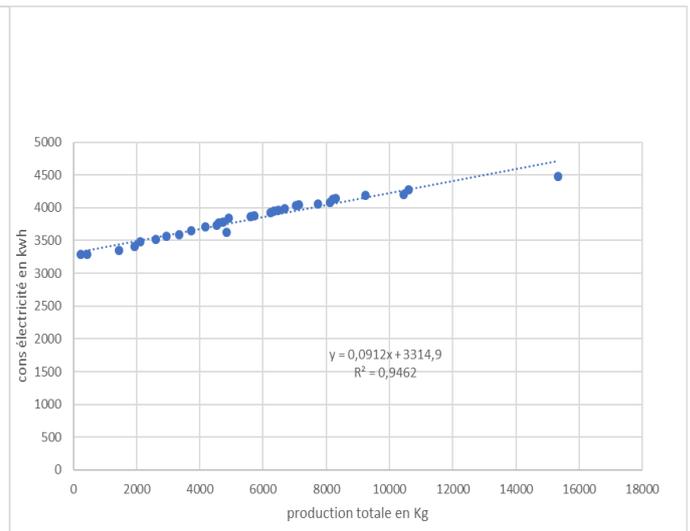
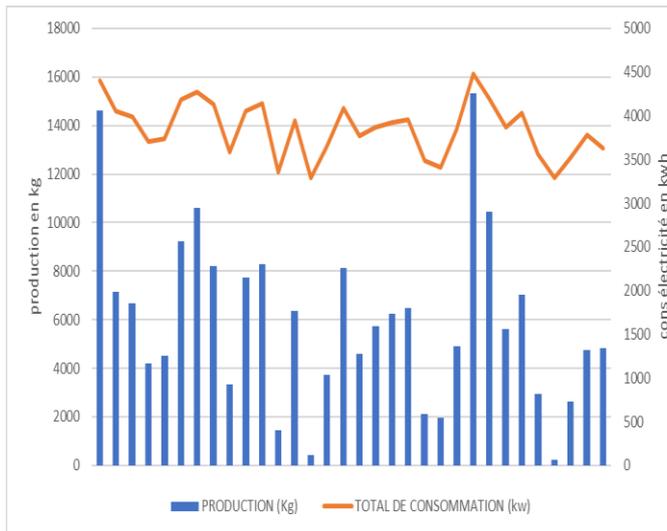


figure 26 :Variation de la consommation d'électricité totale en fonction de la quantité de la production fabriquée

figure 27 :Ratio consommation totale/QT de la production fabriquée

la consommation d'électricité dépend seulement de la quantité de production fabriquée (figure 26).

D'après la figure 27 : $R^2 = 0,9462$ est très proche de 1 et le modèle est linéaire, donc la consommation électrique est liée à la quantité de production fabriquée, ce qui fait que la relation entre X et Y est directe, car l'énergie électrique consommée par l'usine est utilisée pour la production de plusieurs produits et coproduits.

On remarque, d'après la formule de la courbe de tendance, que la consommation fixe journalière est de 3314,9 kWh tandis que le reste de la consommation se situe à 0,0912 kWh/tonne de produit.

3. Historique de la consommation en fioul

Les graphiques suivants montrent le profil de la consommation fioul de CHERGUI en kWh et la production en kg, pendant 2020-2021 :

Et pour calculer la consommation du fioul en kWh, on multiplie la consommation en tonne par le pouvoir calorifique inférieure PCI (le pouvoir calorifique est une unité de mesure qui permet de connaître la quantité de chaleur produite lors de la combustion d'une énergie donnée).

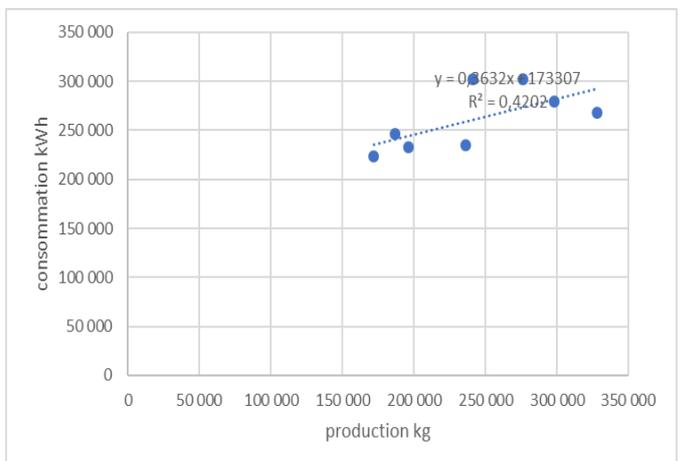
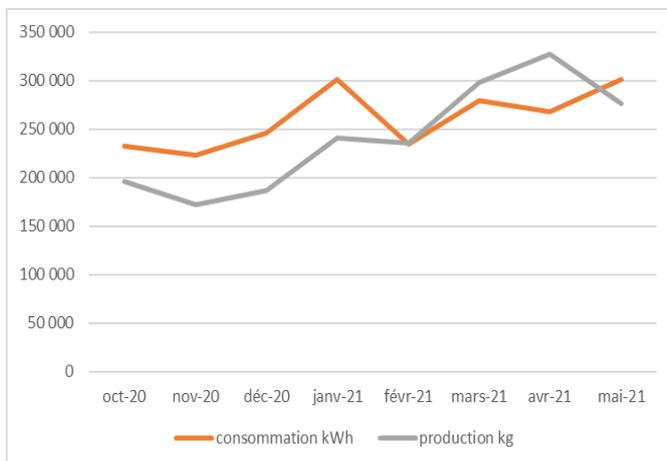


figure 28 : Evolution de la consommation du fioul et de la production 2020-2021

figure 29 : Ratio Consommations fioul / production en kg 2020-2021

- La moyenne mensuelle des consommations : 23 tonnes (figure 28).
- Maximum des consommations : 27 tonnes (figure 28).
- Minimum des consommations : 20 tonnes (figure 28).

D'après la figure 29 : $R^2 = 0,4202$ est peu satisfaisant, donc la consommation de fioul n'est pas directement liée à la production totale. Cela est normal, car une partie de la vapeur produite est destinée vers la fabrication.

II. La corrélation entre les quantités de production et les consommations d'énergie de l'usine

1. Consommation fioul, production électricité

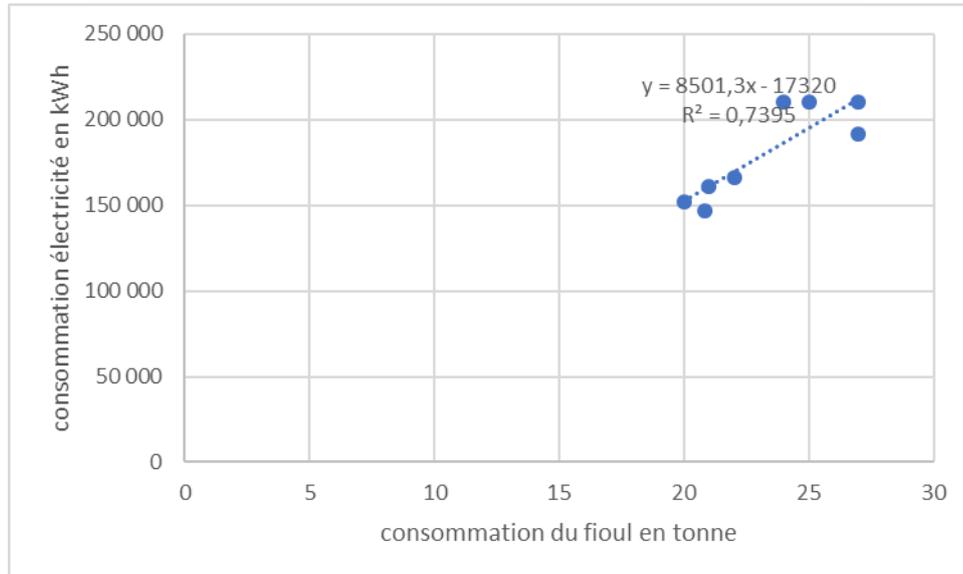


figure 30 : Corrélation entre la Consommation mensuelle du fioul et d'électricité

Coefficient de détermination $R^2 = 0,7395$ (figure 30) est très proche de 1 et le modèle est linéaire, donc la consommation électrique est liée à la consommation du fioul, ce qui fait que la relation entre X et Y est directe.

L'équation de la courbe est : $y = 8501,3x - 17320$. On remarque, d'après la formule de la courbe de tendance, que la consommation fixe mensuelle est de 17320 kWh tandis que le reste de la consommation se situe à 8501,3 kWh/tonne.

2. Évolution de la consommation spécifique de l'électricité en kWh et en MAD

Le graphique suivant représente la corrélation entre la consommation totale en kWh d'électricité et de fioul en fonction de la consommation en MAD :

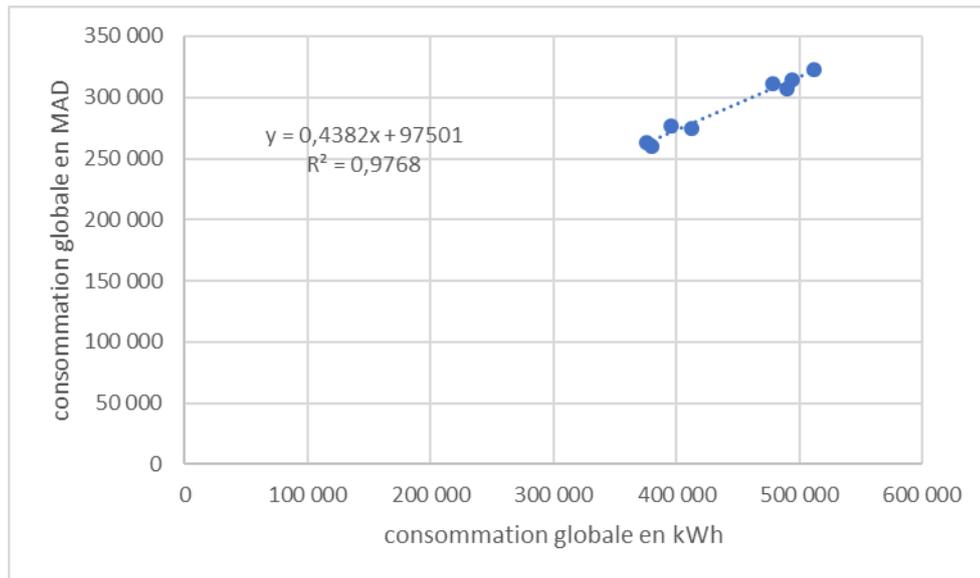


figure 31 :Corrélation entre la consommation globale en kWh et en MAD

$R^2 = 0,9768$ (figure 31) est très proche de 1 donc la consommation totale d'électricité est fortement liée à la quantité de facturation en MAD et ils sont même directement liés. L'équation de la courbe est : $y = 0,4382x + 97501$.

III. Comparaison entre la consommation de l'armoire générale basse tension et le tableau général basse tension

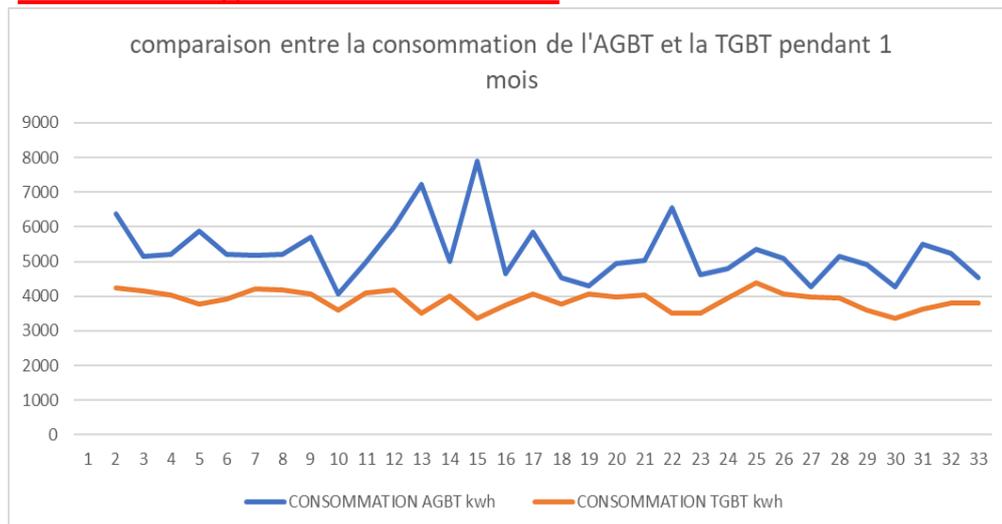


figure 32 : Comparaison entre la consommation de l'AGBT et le TGBT pendant 1 mois

Le TGBT contient des analyseurs de réseau pour les ateliers principaux : froid, traitement d'air, traitement d'eau, air comprimé, chaufferie, STEP, TECNAL, fromagerie, éclairage et NOVA.

D'après la figure 32 plus de 26% de la consommation totale consommée par des ateliers secondaires qui ne contient pas des analyseurs de réseau : ECL LOCAUX, CLIM ADMIN, ADMIN RDC, LABO PH.CH, MIC BIO.MIC, CREAM MG, ECL Z1, PC TECHN, VISITE, RD, PRISE DE COURANT USINE.

IV. Globale de la consommation mensuelle par type d'énergie en MAD en kWh et émission de CO2

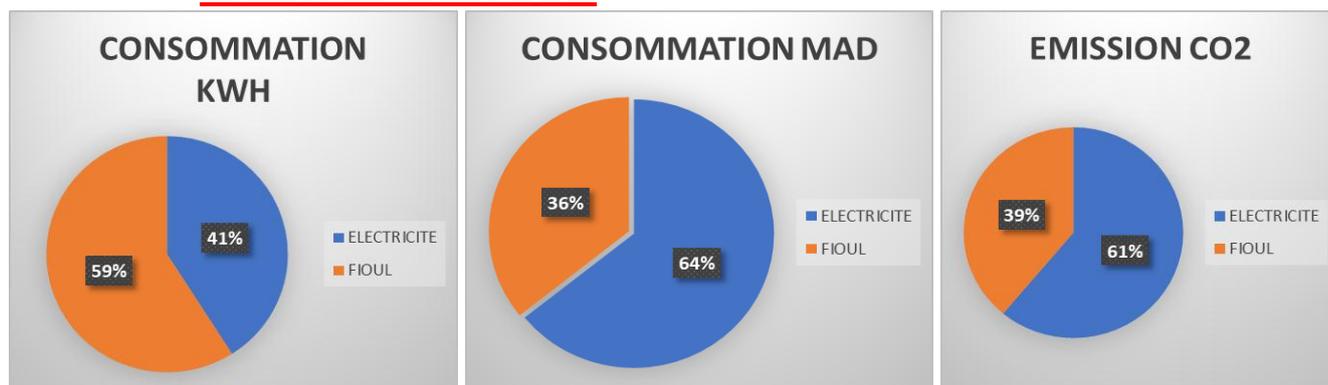


figure 33 :La consommation mensuelle par type d'énergie en MAD

Les énergies utilisées sur le site sont l'électricité, et le Fioul. La part de chaque énergie en kWh et en MAD et les émissions de CO2 est représentée par la figure ci-dessus (données de 2020-2021).

V. Inventaire des usages

Usages	Énergie	Type d'équipement	Comptage	Conso. (kWh)	% du total	Facteur
Éclairage	Electricité	Lampes, PC	Compteurs	10221	6,06%	Personnel
Nova	Electricité	Résistances, moteurs	Compteurs	1227	0,73%	Production
Traitement d'eau	Electricité	Moteurs	Compteurs	323	0,19%	Production
Traitement d'air	Electricité	CTA , moteur	Compteurs	20793	12,33%	Production
TECNAL	Electricité	Moteurs, homogénéisateur , foi sonneur	Compteurs	16041	9,51%	Production
Chaufferie	Electricité et fioul	Moteurs, bruleur	Compteurs	6512	3,86%	Production
Fromagerie	Electricité	Moteurs	Compteurs	3052	1,81%	Production
STEP	Electricité	Moteurs	Compteurs	675	0,40%	Climat
Froid	Electricité	Compresseurs, condenseur , moteur	Compteurs	65594	38,89%	Production
Air comprimé	Electricité	Compresseur , sécheur	Compteurs	166	0,10%	Production
Autre	Electricité	Climatisation , éclairage , laboratoire, machine à laver...	Répartition	44052	26,12%	Personnel
Total Electricité				168656	100,00%	

Table 1 : Inventaire des usages significatifs

VI. Etude de l'influence de la température extérieure sur la production :

Le graphique suivant représente la corrélation entre la production et la moyenne de la température extérieure pendant 2020-2021 :

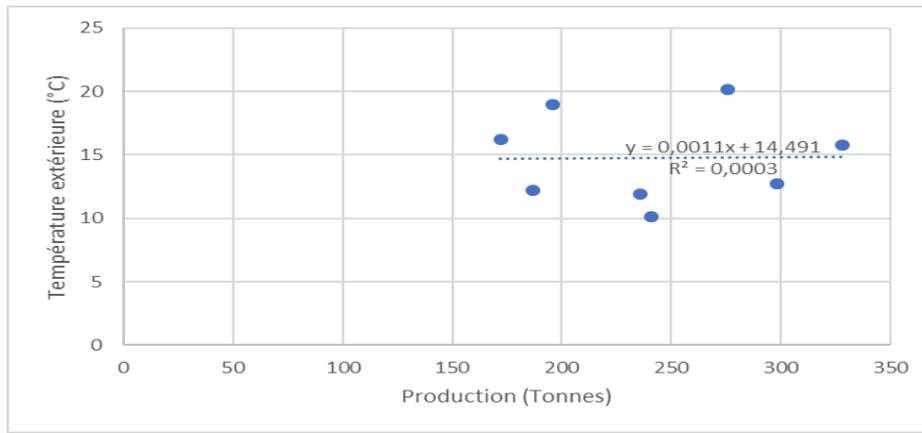


figure 34 : La corrélation entre la température extérieure sur la production totale

$R^2=0.0003$ (figure 34) est très inférieure à 1, le modèle n'est pas linéaire, donc la production est faiblement liée à la température extérieure.

VII. Cartographie des compteurs

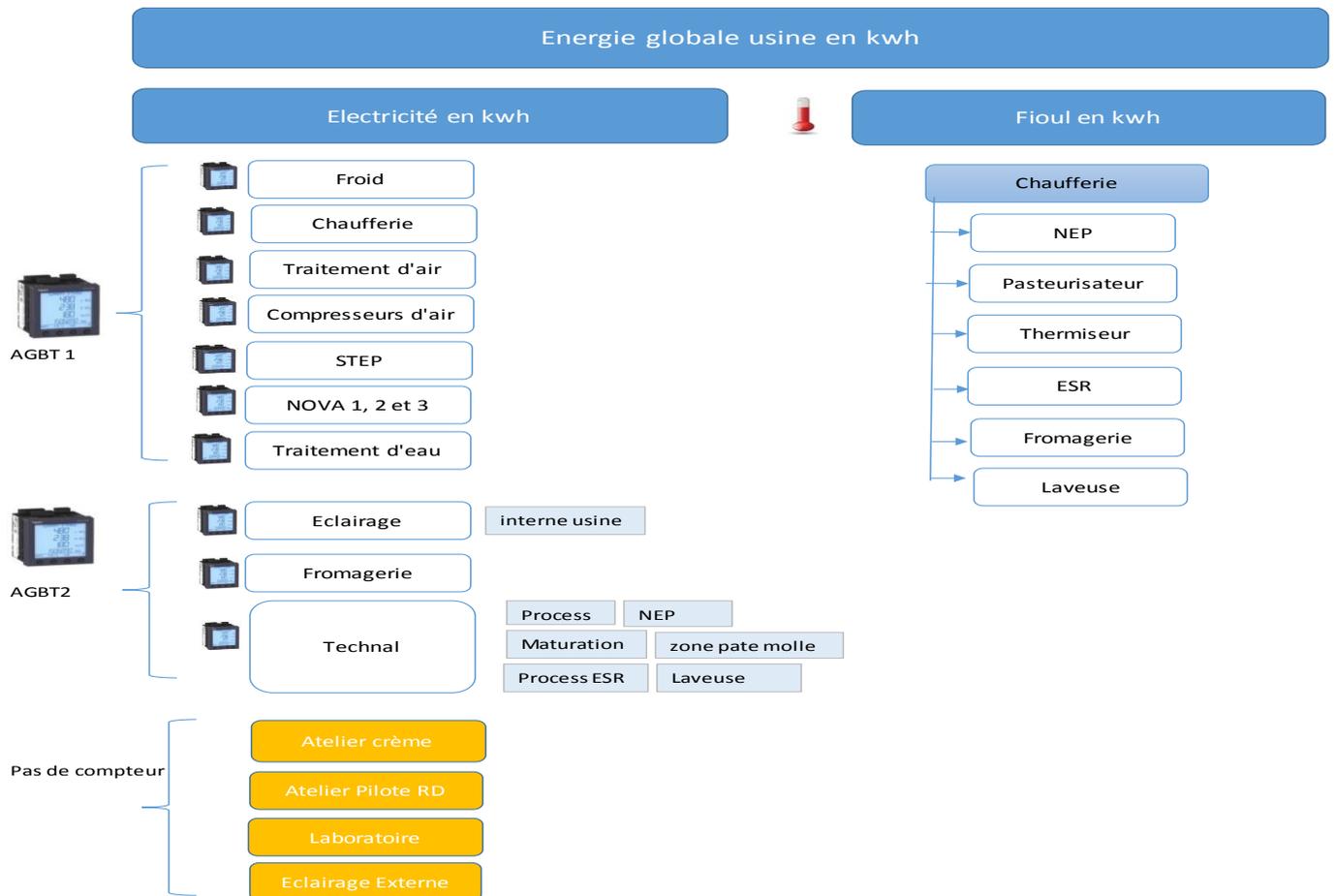


figure 35 : Les compteurs de fioul et d'électricité de l'usine
d'après la cartographie il y a un manque des compteurs d'électricité et de fioul .

VIII. Détermination des usages énergétiques significatifs

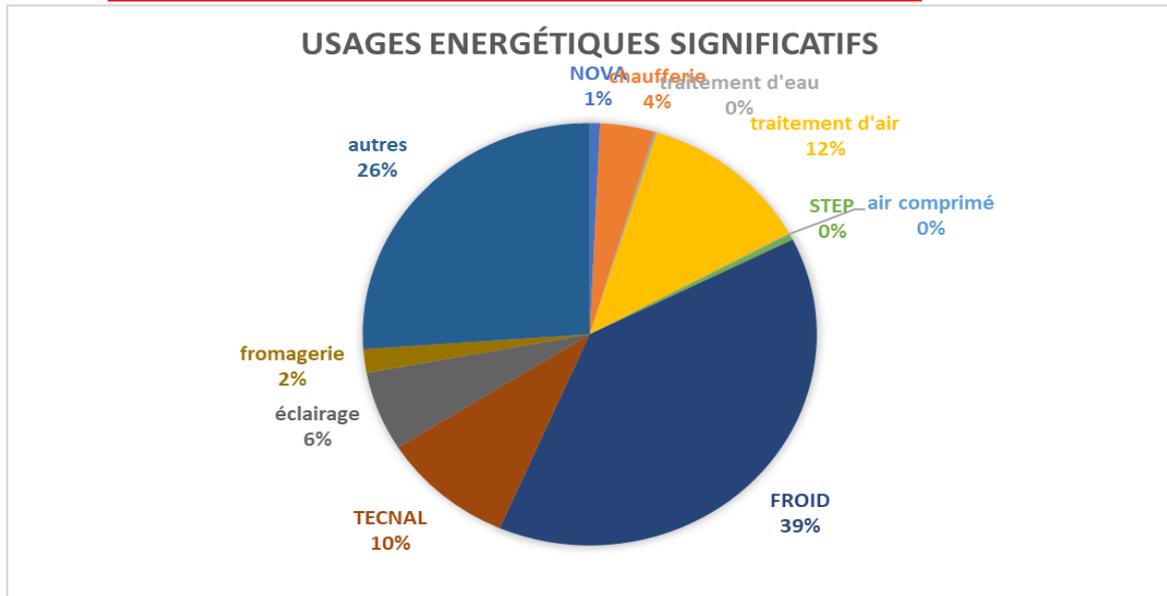


figure 36 : Usages énergétiques significatifs

IX. Le facteur de puissance

Le facteur de puissance d'une installation est le quotient de la puissance active (kW) consommée par l'installation à la puissance apparente (KVA) fournie à cette installation. [1]

Il est donné par la formule suivante si on suppose que l'onde électrique est parfaitement sinusoïdale (on néglige les harmoniques):

$$\cos \Phi = P/S$$

Le tableau suivant récapitule le facteur de puissance mensuel de l'année 2021 :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
0,96	0,973	0,957	0,966	0,97

Table 2 : Evolution du facteur de puissance pendant 2021

Le facteur de puissance reste toujours supérieur à 0.95.

La moyenne du facteur de puissance est supérieure à 0.9, ceci est dû spécialement à la bonne compensation existante à l'usine (l'ensemble des transformateurs sont équipés de leurs armoires de compensation). [9]

X. Conclusion

Ce chapitre a révélé l'existence d'un potentiel d'optimisation de quantité d'énergie requise pour la production, spécialement dans les systèmes auxiliaires qui ne sont pas comptés comme l'éclairage ou la production de l'air comprimé. La réalisation de ce gain nécessite le contrôle continu des quantités produites et consommées, en effet le comptage d'énergie sur chaque poste de consommation, ainsi que la production réalisés sur chaque ligne de produits offriront une possibilité de suivi des ratios de production et par la suite entamer des actions d'amélioration dès que ces ratios s'éloignent de la moyenne.

D'après l'analyse de facteur de puissance, j'ai choisi de ne pas effectuer une amélioration du facteur de puissance qui représente déjà une valeur élevée, pour éviter toute surcompensation susceptible d'engendrer des surtensions.

Plan d'action

Introduction

Dans ce chapitre je vais commencer par évaluer le système de gestion existant, déceler ses points faibles et proposer des améliorations.

I. Situation actuelle

Il existe actuellement un suivi de la consommation énergétique. Ces données sont enregistrés automatiquement par une application programmée pour extraire les données des analyseurs de réseau.

Les données de la maintenance, la maintenance systématique, les actions préventives et les interventions correctives sont enregistrées par les responsables des unités sur l'application. Le système de gestion actuel connaît plusieurs failles. Il est incapable de :

- Déterminer la consommation de chaque poste consommateur au sein de l'usine.
- Evaluer la qualité de l'énergie électrique.
- Déterminer la production et la consommation de plusieurs unités auxiliaires comme les quantités d'eau glacée, vapeur et d'air comprimé.

-Le suivi de performances des systèmes.

-Etude frigorifiques , thermodynamique et calorifique.

II. Intégration de la performance énergétique dans les fiches types de suivi et dans les réunions de performance

A la fin de la production journalier, le responsable de chaque unité inscrit sur une fiche type l'entière des articles consommés et produits et leurs quantités pour retirer les IP, et inscrit sur un tableau d'affichage l'ensemble des problèmes rencontrés pour les remontées et pour qu'ils soient discutés en fin de la journée avec les responsables des fonctions support de l'entreprise.

Mes propositions :

-Intégrer les consommations énergétiques dans les fiches types de suivi : on a proposé en des exemples des fiches types avec la case énergétiques pour celles qu'il en manque.

-Remonter les problèmes de perte de performance énergétique, et les discuter en réunions de performance quotidiennes pour affronter le problème du retard et sortir avec des solutions immédiates.

-Discuter les IPé dans les réunions de performance quotidiennes.

III. Plan d'actions et méthode de vérification des résultats

Objectifs	UES	Action	Cibles	Responsable	Budget	Méthode de vérification du résultat de l'action
Réduire la consommation électrique	Electricité : air comprimé	Calculer l'air comprimé utilisé	La détection des fuites permis de déterminer les économies engendrées par l'élimination et la réparation de ces fuites d'air comprimé au niveau du réseau de distribution. [5]	Maintenance	3000	Consommation des compresseurs
Gestion d'énergie électrique	Tous le site	Installation de sous compteurs électrique	-30 000 kWh/an	Maintenance	10 000	Sous Compteur
Réduire la consommation électrique	Electricité : éclairage	Installation de détecteur de présence dans les sanitaires et couloirs communs	-24 000 kWh/an	Maintenance	5000	Evaluation des consommations

Réduire la consommation de fioul	Fioul et électricité : chaufferie	Prévoir un compteur de vapeur et une vanne d'arrêt générale à la sortie de la chaudière pour fermer la vanne automatiquement en cas de non consommation de la vapeur	Eviter la condensation de la vapeur dans les ligne qui cause des marches arrêts de la chaudière	Technique	10 000	Consommation de fioul
Réduire la consommation électrique	Electricité : Air comprimé	Faire un suivi pour la salle des compresseurs. Réglage de la pression des compresseurs en fonction des besoins et gestion des compresseurs	-135 000 kWh/an	Maintenance	-	Consommation des compresseurs
Sécurité d'approvisionnement et réduction de la facture	Electricité	Etude d'un système PV pour production électrique	-	QSE	-	Validation du rapport par la direction
Réduire l'empreinte carbone	Combustible, électricité, gaz de climatisation et gasoil, déchets etc...	Mesure des émission atmosphérique : Elaboration du bilan carbone	Mesures sur site & Analyse au laboratoire & Rédaction du rapport	Société APAVE	46 080	Communication sur le bilan
Réduire la consommation de fioul	Fioul: chaufferie	Etude de la génération air chaud par biomasse	Amélioration du rendement de la chaudière avec un nouveau réglage de l'excès d'air, ainsi que l'amélioration des températures des fumées	DG/Technique	-	Consommation de fioul
Réduire la consommation électrique	Électrique: éclairage, froid, bureautique, TECNAL, climatisation	Formation personnel (Responsables fours, PDM et Broyage)	Réduire les marche à vide des machine la fermeture des portes des frigos	RH	-	Rapport du responsable de l'énergie
Gestion de l'énergie	Electricité, fioul	Etude d'installation d'un système de gestion de l'énergie électrique et thermique	-	QSE	50 000	Rapport d'étude
Perte moteurs transformateurs	Electricité	La répartition des pertes au niveau des transformateurs et des moteurs	Optimisation d'énergie au niveau des moteurs électriques et des transformateurs	Maintenance	20 000	Consommation de moteurs et des transformateurs
Réduire la consommation électrique	Électrique: froid	Installer des lanière dans les portes des chambres froides	Pour ne pas perdre le froid au moment de chargement des produits finis et éviter les changement de température	Technique	10 000	Suivi de la consommation de la chambre froid

Table 3 : Plan d'actions et méthode de vérification des résultats

IV. Conclusion

Dans ce chapitre on a d'abord commencé par faire un état des lieux pour dégager les lacunes du système mis en place afin de proposer les recommandations nécessaires pour l'améliorer et présenter une application pour faciliter le suivi de la performance énergétique.

Conclusion

L'étude que j'ai effectué s'inscrit dans le cadre de l'optimisation de la consommation d'énergie au niveau de la société laitière CHRGUI. L'objectif est l'amélioration du système de gestion d'énergie. Pour ce faire j'ai choisi la Norme ISO 50001 comme un outil pour aborder la fonction « Énergie » où j'ai commencé par une étude de l'existant qui a permis de relever les sources de perte d'énergie et d'identifier les possibilités d'économie, avant de proposer un plan d'action visant l'optimisation énergétique de ces installations. Ces recommandations concernent principalement le réseau électrique, le circuit d'air comprimé, les chambres froid, la STEP et l'éclairage... vu les grands problèmes qu'ils connaissent.

Après la collecte d'informations sur les différentes charges consommatrices d'énergie, j'ai procédé à leurs analyses. Dès lors, les gisements potentiels d'économie d'énergie ont été ciblés. Des solutions ainsi que différentes recommandations ont par la suite été proposées.

D'autre part, le stage que j'ai effectué au sein de la société laitière CHERGUI m'a donné l'occasion de faire le lien entre mes connaissances académiques et le monde professionnel. Il m'a permis de développer mes compétences techniques, d'approfondir mes connaissances théoriques et pratiques et de stimuler ma créativité. De même l'environnement de travail m'a permis d'améliorer mon savoir-faire et ma rigueur et d'affermir mon esprit d'équipe et ma professionnalisme.

Enfin, cette expérience a aiguisé mes capacités d'analyse et de synthèse et a surtout fortifié ma motivation, ma détermination et mon ambition.

Bibliographie

- [1] Cours d'ELECTROTECHNIQUE de H. ELMARKHI, professeur de l'enseignement supérieur à La FSTF.
- [2] Guide technique de l'air comprimé, KAESER COMPRESSORS.
- [3] Guide technique du condenseur évaporatifs , BALTIMORE
- [4] Guide technique de CTA, CARRIER
- [5] Guide technique : réduction des fuites de l'air comprimé, Hydro-Québec.
- [6] ISO 50001 Systèmes de management de l'énergie : Exigences et recommandations de mise en œuvre
- [7] MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES : Amélioration du système de gestion d'énergie en temps réel existant et préparation de la mise en place de l'ISO 50001 par Hamza AHAL et MASAUD Mohamed HANI
- [8] MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES : Audit énergétique par Yassine ERRABIH & Jaouad KAMOUNI
- [9] Guide de la compensation d'énergie réactive et du filtrage des harmoniques –Schneider Electric-
- [10] Cours Analyse des techniques quantitatives
- [11] Cours « Méthodes statistiques pour l'analyse des données en psychologie », Université Paris Ouest Nanterre La Défense

Webographie

- [12] https://fr.wikipedia.org/wiki/Les_Domaines_agricoles
- [13] https://lesdomainesagricoles.com/embed/?moog_width=
- [14] <https://lesdomainesagricoles.com/nos-marques/chergui/>
- [15] http://www.modelisationsvt.fr/index.php?id_page=34
- [16] https://fr.wikipedia.org/wiki/Coefficient_de_d%C3%A9termination
- [17] <https://www.iutbayonne.univ-pau.fr/~grau/1A/excel8.html>