

Département génie électrique

Filière : Génie Mécatronique

Mémoire de Projet de stage d'été



Modélisation et Identification d'une Machine frigorifique

- **Présenté par : Mejri Louay**
- **Encadré par : Soufiene Sammoud**

Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de mon stage au sein de "**AFRIC FROID**". Leur soutien, leur guidance et leur accueil chaleureux ont grandement enrichi mon expérience et ont renforcé ma passion pour l'ingénierie. Je voudrais remercier tout particulièrement :

L'équipe de "**AFRIC FROID**" pour m'avoir offert l'opportunité d'intégrer leur milieu professionnel et de m'immerger dans leurs activités. Leur expertise, leur patience et leur disponibilité ont été d'une valeur inestimable pour mon apprentissage.

Mon superviseur **Soufiene Sammoud** pour sa direction, ses conseils avisés et sa volonté de partager son expérience. Ses encouragements ont été essentiels pour me guider dans l'accomplissement de mes tâches.

Mes collègues et coéquipiers, qui m'ont accueilli à bras ouverts, partagé leurs connaissances et créé un environnement collaboratif propice à l'apprentissage.

Mon établissement éducatif « Enicarthage » et ses enseignants, dont l'enseignement m'a fourni les bases nécessaires pour aborder les défis techniques et professionnels auxquels j'ai été confronté.

Ma famille et mes amis pour leur soutien constant et leur encouragement tout au long de cette expérience enrichissante. La réussite de ce stage n'aurait pas été possible sans le dévouement de chacune de ces personnes. Leurs conseils et leur bienveillance ont eu un impact significatif sur mon développement professionnel. Je suis profondément reconnaissant d'avoir eu l'opportunité de travailler avec eux et d'apprendre de leurs expériences.

Table des matières

Liste des figures	5
Introduction générale	6
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise	7
1.1. Introduction.....	7
1.2. Activités.....	7
1.3. Organigramme	9
1.5. Produit	9
1.6. Charte de valeurs	9
1.7. Partenaires	10
1.8. Conclusion	10
Chapitre 2 : Fonctionnement et régulation d'une machine frigorifique	11
2.1. Introduction.....	11
2.2. L'installation frigorifique, vue de l'extérieur	11
2.3. L'installation frigorifique, vue de l'intérieur.....	12
2.3.1. Compresseur	12
2.3.2. Condenseur	12
2.3.3. Organe de détente (Détendeur) :.....	12
2.3.4. Evaporateur	13
2.4. Machine Frigorifique en équilibre permanent	13
2.5. Régulations imbriquées dans la machine frigorifique.....	14
2.5.1. Adapter la puissance fournie à la puissance requise : la régulation du compresseur.....	15
2.5.2. Limiter la pression maximale à la sortie du compresseur.....	15
2.5.3. Éviter la surchauffe du moteur	16
2.6. Conclusion	16

Chapitre 3 : Environnement de Travail et Tâches effectuées	17
3.1. Introduction.....	17
3.2. Mode de recrutement et Horaires de travail.....	17
3.3. Hygiène et sécurité.....	17
3.4.les relation humaine	18
3.5. Tâches effectuées	18
3.5.1. Tâches techniques.....	18
3.5.2. Tâches administratives ou collaboratives	19
3.5.3. Tableau de bord de production Excel	19
3.6. Conclusion	19
Conclusion générale	20
Références Bibliographiques.....	21

Liste des figures

figure 1. 1.....	7
figure 1. 2.....	8
figure 1. 3.....	9
figure 1. 4.....	9
figure 1. 5.....	10
figure 2. 1.....	11
figure 2. 2.....	12
figure 2. 3.....	13
figure 2. 4.....	13
figure 2. 5.....	14
figure 2. 6.....	15

Introduction générale

Le monde de l'ingénierie et de la technologie offre une vaste gamme d'opportunités pour appliquer les connaissances académiques dans des environnements pratiques. Durant la période estivale, j'ai eu l'opportunité enrichissante de rejoindre l'équipe dynamique de "AFRIC FROID" en tant que stagiaire. Cette expérience m'a permis d'explorer le domaine des machines frigorifiques, d'acquérir une compréhension approfondie de leur fonctionnement et d'observer leur application dans des contextes industriels concrets.

Le présent rapport de stage vise à rendre compte de mon immersion au sein de "AFRIC FROID" ainsi que de l'apprentissage et des connaissances acquises pendant cette période. Au fil des prochains chapitres, je décrirai d'abord l'entreprise elle-même, son histoire, ses activités et son rôle dans l'industrie. Ensuite, je me concentrerai sur les bases essentielles des machines frigorifiques, en expliquant leurs composants clés, leur mode de fonctionnement et leur importance dans le domaine de la réfrigération et de la climatisation.

Dans le troisième chapitre, je détaillerai les diverses tâches et responsabilités que j'ai eu l'occasion d'accomplir au sein de l'équipe. Cela englobera des aspects techniques liés aux machines frigorifiques, ainsi que des expériences de travail en équipe et des défis rencontrés. Je mettrai également en avant les compétences acquises au cours de ce stage et leur pertinence dans ma formation académique future.

En résumé, ce rapport reflète ma volonté d'explorer le monde professionnel, d'appliquer mes connaissances académiques et de développer des compétences pratiques au sein d'un environnement industriel en constante évolution. Mon expérience chez "AFRIC FROID" m'a permis de lier théorie et pratique, de renforcer ma passion pour l'ingénierie et de me préparer davantage pour les défis à venir dans ma carrière. Je vous invite à parcourir les prochains chapitres pour découvrir en détail cette expérience enrichissante.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

1.1. Introduction

Le groupe est composé des sociétés AFRIC FROID et FRIGOINDUS, est un acteur majeur dans le froid industriel. Fort de son partenariat avec de prestigieuses marques internationales, le groupe a su développer un savoir-faire reconnu dans la conception, la fabrication et l'installation sur site d'équipements frigorifiques. La firme offre des solutions clé en main répondant aux exigences des clients. Ayant une expérience de plus de 25 ans dans les métiers du froid industriel, les équipes ont pu développer des solutions fiables et robustes. En perpétuelle recherche d'améliorations de ses services, Afric Froid propose des produits innovants répondant aux normes internationales et assure un service de qualité avec son Service Après-Vente et son contrôle à distance de son parc installé. Leader dans le Maghreb, le Management ambitionne de se développer en Afrique de l'Ouest. [1]



figure 1. 1

1.2. Activités

L'expérience acquise durant toutes les années d'existence, associée à leur savoir-faire, assurent la qualité et le sérieux de leur prestation.

- **Expertise**

En faisant appel au service de d'Afrique Froid et du Frigo Indus pour l'installation d'une chambre froide, vous êtes certains de bénéficier du service des techniciens frigoristes et des ingénieurs

experts en technique du froid. Que ce soit pour la conservation de denrées alimentaires ou de produits nécessitant de basses températures en proposant l'installation de systèmes de réfrigération adaptés aux différents besoins.

- **Solution spécifique sur demande**

Afric Froid et Frigo Indus intervient pour la fourniture et l'installation de matériel et équipements frigorifiques. Elles travaillent avec du matériel frigorifique performant et de qualité capable de garantir les meilleures conditions de conservation.

- **Service après-vente**

Afrique Froid s'engage totalement auprès de ses clients, son SAV est le plus fiable et le plus compétent du marché. Tous les techniciens sont formés directement et régulièrement par les constructeurs. Ils s'engagent à fournir une solution rapide et efficace en cas de panne

- **Régulation**

La firme propose une gamme complète des régulateurs électroniques et de systèmes de télésurveillance principalement pour les domaines de la réfrigération et de l'air conditionné. [1]



Figure 1. 2

1.3. Organigramme

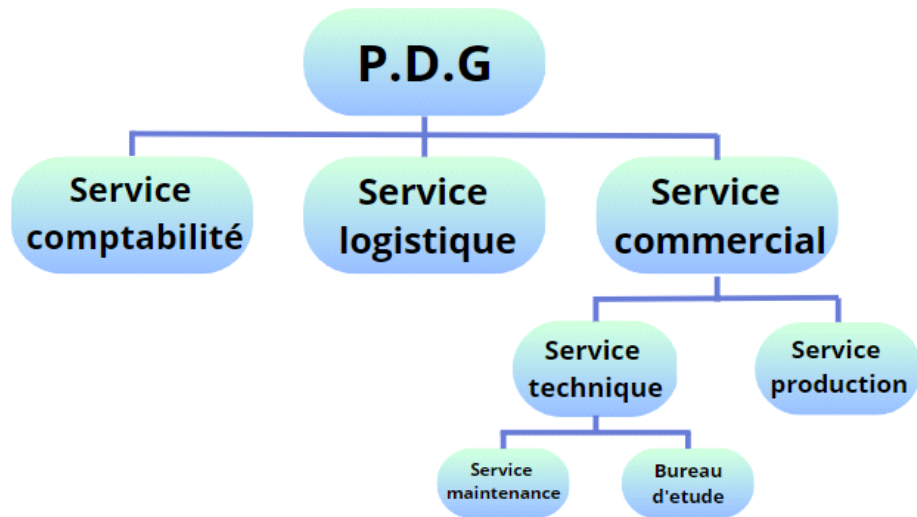


Figure 1. 3

1.5. Produit

Les produits qu'offre "AFRIC FROID" sont diversifiés et sont destinés à des applications bien déterminées.

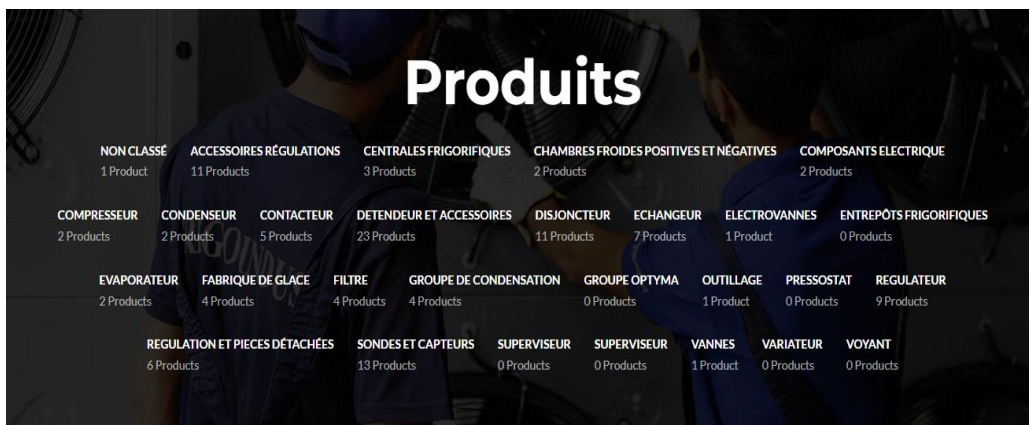


Figure 1. 4

1.6. Charte de valeurs

Les valeurs fondatrices de l'entreprise sont : innovation, confiance, proximité et la performance.

- **Innovation** : la curiosité et l'ouverture aux idées encouragent l'entreprise à innover et à se réinventer elle-même. Pour cela, elle met à sa disposition les machines les plus avancées

technologiquement afin d'aboutir à l'idée la plus créative.

- **Confiance/Intégrité** : "AFRIC FROID" a toujours fait preuve d'honnêteté, de sens de rigueur et surtout de responsabilité. C'est une tradition qu'elle respecte depuis sa fondation.
- **Proximité** : les relations qu'entretient l'entreprise avec ses clients et collaborateurs ne cessent pas de se renforcer grâce à sa proximité et à une authenticité partagée.
- **Performance** : qui dit "AFRIC FROID", dit performance par excellence ! C'est un état d'esprit avant tout, qui fait que l'entreprise est pionnière dans son secteur.

1.7. Partenaires

Sa qualité se traduit par son partenariat avec de prestigieuses marques internationales permettant aux équipes composées d'un Bureau d'Etude, d'une unité de fabrication et d'un service d'installation, de répondre aux exigences des clients.



Figure 1. 5

1.8. Conclusion

L'entreprise "AFRIC FROID" dotée d'une réputation exceptionnelle est en quête permanente de la satisfaction de ses clients. Elle ne cesse jamais d'introduire les nouvelles technologies afin de préserver sa place de leader sur le marché.

Chapitre 2 : Fonctionnement et régulation d'une machine frigorifique

2.1. Introduction

Une machine frigorifique, également connue sous le nom de système de réfrigération, est un dispositif qui utilise un cycle thermodynamique pour transférer la chaleur d'un endroit à un autre, généralement en refroidissant l'environnement cible. Ces machines sont largement utilisées dans divers domaines, notamment la climatisation, la conservation des aliments, la réfrigération industrielle, la cryogénie et plus encore.

2.2. L'installation frigorifique, vue de l'extérieur

Dans les installations de climatisation, la machine frigorifique permet d'évacuer vers l'extérieur la chaleur excédentaire des locaux.

En pratique, elle prépare de l'air froid ou de l'eau froide qui viendront compenser les apports de chaleur du soleil, des équipements de bureautique, des occupants, ... de telle sorte que le bilan chaud-froid soit à l'équilibre et que la température de consigne soit maintenue dans les locaux.

La technique la plus simple consiste à préparer de l'air froid qui sera diffusé via des gaines de distribution.



figure 2. 1

2.3. L'installation frigorifique, vue de l'intérieur

Le transfert de chaleur, entre intérieur et extérieur, ne peut se faire que si un équipement rehausse le niveau de température entre le milieu où la chaleur est prise (air ou eau) et le milieu où la chaleur est évacuée (air extérieur) : c'est le rôle de la machine frigorifique. [2]

Elle se compose au minimum des 4 éléments suivants :

2.3.1. Compresseur

Son rôle principal est de comprimer le fluide réfrigérant gazeux à basse pression en un fluide sous haute pression. Cela élève la température du fluide réfrigérant et prépare le gaz pour la prochaine étape du cycle frigorifique.

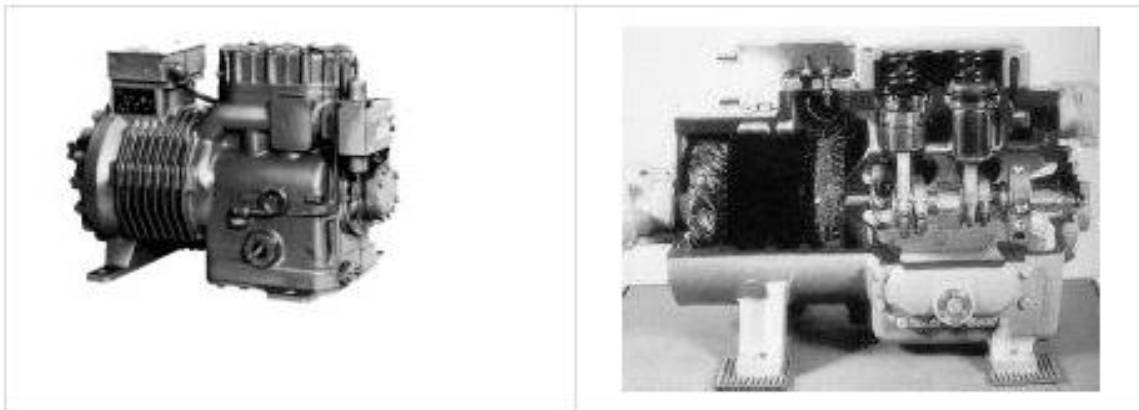


figure 2. 2

2.3.2. Condenseur

Le condenseur est l'une des composantes clés d'une machine frigorifique. Son rôle principal est de permettre au fluide réfrigérant de libérer la chaleur absorbée lors de l'étape d'évaporation, afin de le transformer de l'état gazeux à l'état liquide.

2.3.3. Organe de détente (Détendeur) :

L'organe de détente, également appelé détendeur, est un composant important dans un système de réfrigération ou une machine frigorifique. Son rôle principal est de réduire la pression du fluide réfrigérant à haute pression, le faisant passer de l'état liquide à l'état gazeux, ce qui entraîne une baisse de la température du fluide.

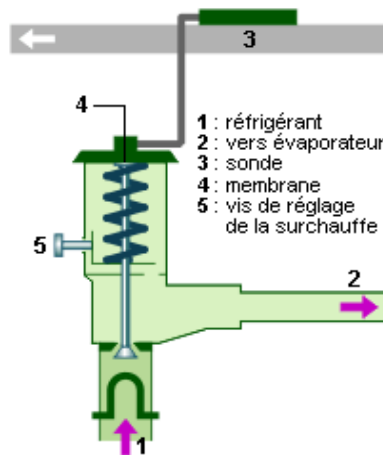


figure 2. 3

2.3.4. Evaporateur

C'est est un appareil permettant de convertir un état liquide en un état gazeux. Pour concentrer une solution, l'utilisation de certains évaporateurs est indispensable. Ces dispositions consistent en l'évaporation et l'élimination de l'eau.



figure 2. 4

2.4. Machine Frigorifique en équilibre permanent

Le fonctionnement d'une machine frigorifique est basé sur le principe de l'échange thermique entre un fluide réfrigérant et l'environnement. Le cycle frigorifique de base comprend généralement quatre étapes :

- Compression : Le fluide réfrigérant est comprimé à haute pression, ce qui élève sa température. Cela se fait à l'aide d'un compresseur.

- **Condensation** : Le fluide réfrigérant chaud et sous haute pression est refroidi, généralement en passant à travers un condenseur où il libère de la chaleur à l'environnement ambiant et se condense en un liquide.
- **Détente** : Le fluide réfrigérant liquide passe ensuite à travers un détendeur, où sa pression est brusquement réduite. Cela provoque une expansion adiabatique du fluide, ce qui abaisse sa température.
- **Évaporation** : Le fluide réfrigérant à basse température et basse pression est ensuite acheminé vers un évaporateur, où il absorbe la chaleur de l'environnement, provoquant l'évaporation du fluide en gaz. Cela refroidit l'environnement cible, comme l'air d'une pièce ou un compartiment de réfrigérateur.

Ce cycle se répète continuellement pour maintenir la température souhaitée dans la zone de refroidissement.

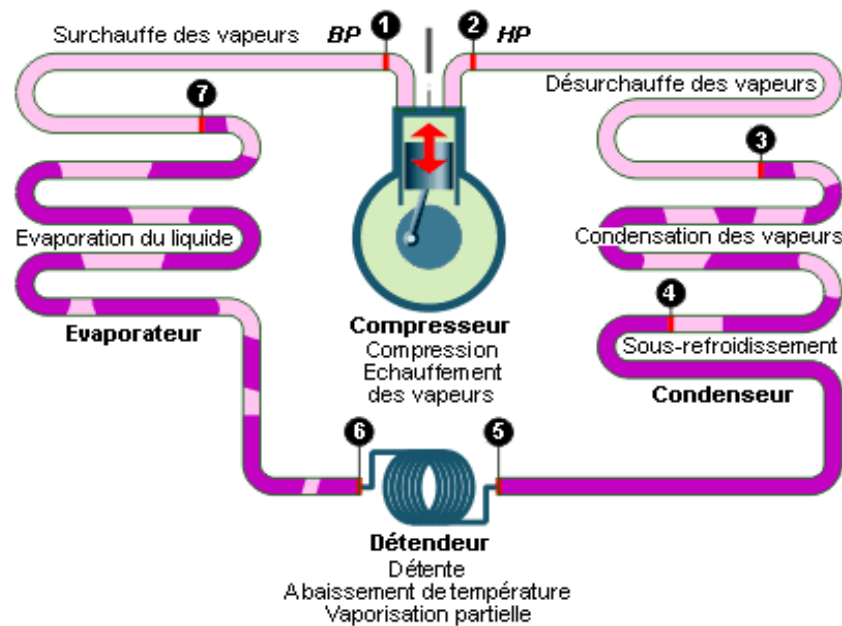


figure 2. 5

2.5. Régulations imbriquées dans la machine frigorifique

On peut voir la machine frigorifique comme un ensemble d'équipements, réunis par le réseau de fluide frigorigène et régulés chacun en poursuivant divers objectifs en parallèle.

2.5.1. Adapter la puissance fournie à la puissance requise : la régulation du compresseur

Une machine frigorifique est dimensionnée pour vaincre les apports thermiques maximum (ciel bleu, soleil éclatant et 32°C de température, par exemple). Elle est donc la plupart du temps surpuissante. Il faut donc pouvoir adapter la puissance frigorifique du compresseur à la charge partielle réelle.

Diverses techniques de régulation du compresseur sont possibles :

- Arrêter le compresseur par “tout ou rien” ou par étages.
- Réduire sa vitesse de rotation.
- Le mettre partiellement hors service (décharge de cylindres, ...).

2.5.2. Limiter la pression maximale à la sortie du compresseur

La plus importante partie d’une installation frigorifique est sans aucun doute le compresseur. Il doit maintenir la quantité nécessaire d’agent frigorifique en circulation ; il opère ainsi donc comme une pompe. La pression différentielle entrée-sortie est très importante et, selon le point de travail et le fluide frigorifique, elle se situe entre 5 et 20 bars, environ.

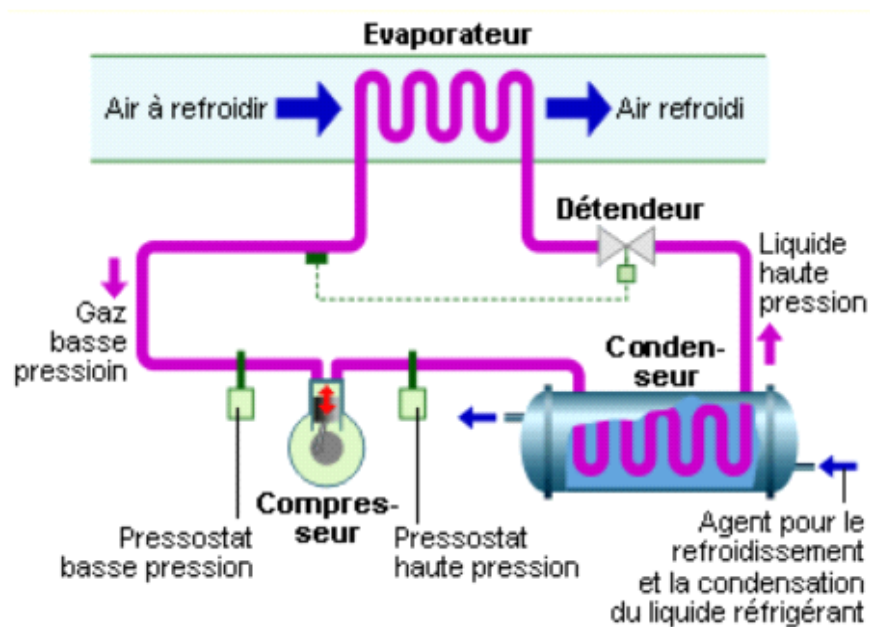


figure 2. 6

2.5.3. Éviter la surchauffe du moteur

Il faut éviter que la machine ne démarre et ne s'arrête trop souvent. En effet, des enclenchements répétitifs entraînent la surchauffe du moteur (le courant de démarrage est plus élevé que le courant nominal). Un temps de fonctionnement minimal est nécessaire pour évacuer cet excédent de chaleur.

Un dispositif, appelé “anti-court-cycle”, limite la fréquence de démarrage des compresseurs et assure un temps minimal de fonctionnement. [3]

2.6. Conclusion

En fin de compte, les machines frigorifiques jouent un rôle essentiel dans les différents aspects de notre vie quotidienne, en nous permettant de maintenir des températures confortables, de conserver les aliments frais et de faciliter divers processus industriels et scientifiques.

Chapitre 3 : Environnement de Travail et Tâches effectuées

3.1. Introduction

Nul ne peut nier L'entreprise "AFRIC FROID" doit sa réputation aux différents acteurs qui font partie de son système industriel et économique. C'est en les côtoyant durant mon stage que j'ai pu découvrir son univers de travail et avoir l'occasion d'effectuer plusieurs tâches.

3.2. Mode de recrutement et Horaires de travail

Le recrutement d'un employé (ouvrier, technicien, ...) se fait à la base d'un entretien et d'une série de formations avec le responsable de ressource humain et le responsable de département visée. De plus, il existe des conditions à satisfaire qui dépendent de la nature de ce métier qui exige parfois des compétences physiques et académique bien précis. L'assiduité et l'enthousiasme font également partie de ces critères.

Une fois recruté, l'employé est mis sous un contrat de trois mois à renouveler jusqu'à sa titularisation.

Les horaires de travail dans l'usine, en double séance, sont comme suit :

* Du lundi au vendredi : de 8 :00 à 17 :00 avec une pause déjeuner d'une heure et demie de 12 .30 à 14 :00.

* Le samedi : de 8 :00 à 13 :00.

Les horaires de travail dans l'usine, en double séance, sont comme suit :

* Du lundi au vendredi : de 8 :00 à 15 :00

3.3. Hygiène et sécurité

"AFRIC FROID" accorde une grande importance à l'hygiène et la sécurité de son personnel. De ce fait, les employées portent des blouses bleues, des bottes et des masques. De plus, il existe également des nombreuses affiches de sécurité.

3.4.les relation humaine

La réussite de l'entreprise repose le plus souvent sur les relations qu'entretient chaque individu avec les autres.

Les ouvriers de "AFRIC FROID" s'entraident dans le but d'améliorer leur rendement et de perfectionner la rentabilité de l'entreprise. C'est dans une ambiance conviviale qu'ils travaillent depuis toujours.

Les relations employée-cadre basée sur le respect et la compréhension mutuelle. Le cadre effectue son contrôle et communique ses remarques et conseils aux collaborateurs afin d'améliorer le bon déroulement du travail.

3.5. Tâches effectuées

Pendant mon stage dans l'entreprise "AFRIC FROID" quel que soit au département technique ou a l'atelier, j'ai eu l'occasion d'effectuer plusieurs taches afin de me familiariser avec le monde professionnel.

3.5.1. Tâches techniques

3.5.1.1. Installation et fabrication

- Maintenance préventive des machines (condenseur flat, compresseur a vis).
- Participation à la fabrication de "Tunnel 5 tonnes" : A cours de ce projet, j'ai pu m'immerger davantage dans les opérations de montage, fixation, câblage et alignement des phases électrique des différentes composantes du machine. Ensuite, on se trouve à la phase de contrôle de fonctionnement (vérification électrique, de conformité 3D et des valeurs physiques). Enfin, la machine passe à la phase de nettoyage, retouche et peinture.

3.5.1.2. Conception graphique par "Bitzer Software"

L'environnement "Bitzer" et l'une des applications les plus modère dans l'univers de climatisation et des machine frigorifiques qui aide le concepteur à choisir le réfrigérant (compresseur) idéal et fournir des recommandations de dépannage. Grace a ce Software j'ai appris à générer des rapports détaillés avec toutes les données de fonctionnement d'un compresseur. Cela garantit que les systèmes produits restent un investissement sûr et évolutifs. [4]

3.5.1.3. Contrôle de qualité

J'ai participé à des mesures de control de la qualité manuelles et visuelles. Mon rôle était de distinguer les différents types de défauts qui peuvent exister et les reporter au chef de fabrication. D'ailleurs, on peut trouver 3 types :

- * Les défauts critiques : Ils sont généralement dus aux défaillances ou mal installation de l'une des équipements qu'ils entraînent automatiquement le refus du produit considéré.
- * Les défauts majeurs : Ils réduisent la possibilité de l'utilisation du produit par le client tels que les fissures et la déformation.
- * Les défauts mineurs : Ils touchent principalement l'aspect esthétique du produit à savoir les bouillons et la poussière.

3.5.2. Tâches administratives ou collaboratives

J'ai eu aussi l'occasion de participer à des réunions et collecter des informations pertinentes pour des projets spécifiques. De plus Pendant les premiers jours, j'ai appris la gestion des fichiers et des documents (Classement, archivage électronique) qui assure l'organisation et maintien de dossiers physiques ou électroniques

3.5.3. Tableau de bord de production Excel

J'ai appris à utiliser un tableau de bord Excel. Ce dernier permet d'avoir un aperçu simple, fluide et en temps réel des données essentielles liées à l'entreprise "AFRIC FROID" en général et au département de production en particulier.

3.6. Conclusion

Dans l'entreprise "AFRIC FROID", les employées allient discipline, assiduité e professionnalisme. En faisant partie d'eux pendant mon stage, j'ai pu intégrer leur monde et effectuer plusieurs tâches quel que soit techniques liées aux machines frigorifiques, ainsi que d'autres tâches administratives ou collaboratives.

Conclusion générale

Mon expérience de stage au sein de "AFRIC FROID" a été une exceptionnelle de fusionner les connaissances théoriques acquises en classe avec les réalités du monde professionnel. Au cours de cette période, il couvrira toutes sortes d'internes d'une entreprise prospère et approfondira la compréhension des machines frigorifiques et de leur application dans diverses industries.

Le chapitre dédié à la présentation de l'entreprise m'a permis de plonger dans l'histoire et ses activités, et de constater comment les valeurs et les objectifs de l'entreprise guident ses opérations au quotidien. Mon immersion dans cette équipe a souligné l'importance de la collaboration et de l'engagement en tant qu'éléments essentiels du succès professionnel.

En explorant les composants et le fonctionnement des machines frigorifiques, j'ai pu saisir la complexité de ces systèmes et leur rôle crucial dans la réfrigération et la climatisation. Les concepts théoriques appliqués dans les cours ont pris vie à travers des expériences pratiques, renforçant ainsi ma compréhension et ma confiance dans ce domaine.

Les différentes tâches accomplies durant mon étape, qu'elles soient techniques ou organisationnelles, m'ont permis d'affiner mes compétences professionnelles, d'apprendre à résoudre des problèmes concrets et d'acquérir une perspective globale des opérations quotidiennes d'une entreprise.

En conclusion, ce stage a été une étape cruciale dans mon parcours académique et professionnel. Je tiens à exprimer ma gratitude envers l'équipe de "AFRIC FROID" pour leur accueil chaleureux, leurs mentors et leur soutien. Cette expérience est mon inspiration pour continuer à explorer le monde de l'ingénierie avec passion et détermination.

Je suis convaincu que les enseignements reçus de cette étape continueront à guider mon choix et mes actions alors que je pourrai mon chemin vers une carrière prompte. Je suis impatient de mettre en pratique les compétences acquises et de contribuer de manière significative dans des contextes futurs.

Références Bibliographiques

- [1] : <http://www.frigoindus.net/>
- [2] : <https://energieplus-lesite.be/techniques/climatisation8/production-de-froid/machine-frigorifique-a-compression/>
- [3] : <https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/670877/surchauffe-du-moteur/>
- [4] : <https://www.bitzer.de/us/us/>