



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE – VAKINANKARATRA

Mémoire de fin d'étude d'obtention du diplôme de licence

Mention : Automatismes et Informatique

Parcours : AUTOMATISME- ELECTRONIQUE – INFORMATIQUE INDUSTRIEL

AUTOMATISATION DE LA DISSOLUTION DE SEL D'UNE MACHINE A GLACE

Présenté par : RAZAKARIA Audin Narès

Membre de jury :

Président : Monsieur RANDRIANANDRASANA Marie Emile

Encadreur pédagogique: Madame RANAIVOSOA Mamitiana Lalaonirina Olivette

Encadreur professionnel : Monsieur JOSOA Arnaud

Examineurs :

- Monsieur BOURGEON Andy Marlon
- Monsieur RAJAONARIVELO Jean André

Soutenu le : 21 Mars 2018 à 08h 00

Année universitaire : 2016-2017



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR D'ANTSIRABE – VAKINANKARATRA

Mémoire de fin d'étude d'obtention du diplôme de licence

Mention : Automatismes et Informatique

Parcours : AUTOMATISME- ELECTRONIQUE – INFORMATIQUE INDUSTRIEL

AUTOMATISATION DE LA DISSOLUTION DE SEL D'UNE MACHINE A GLACE

Présenté par : RAZAKARIA Audin Narès

Membre de jury :

Président : Monsieur RANDRIANANDRASANA Marie Emile

Encadreur pédagogique: Madame RANAIVOSOA Mamitiana Lalaonirina Olivette

Encadreur professionnel : Monsieur JOSOA Arnaud

Examineurs :

- Monsieur BOURGEON Andy Marlon
- Monsieur RAJAONARIVELO Jean André

Soutenu le : 21 Mars 2018 à 08 h 00

Année universitaire : 2016-2017

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier Dieu tout puissant de me donner la force et de courage en préparant ce mémoire.

Je tiens vivement à remercier le Docteur RAJAONARISON Eddie Franck, Directeur de notre Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra, de bien vouloir accepter au sein de l'Institut.

Je tiens à remercier Madame RANAIVOSOA Mamitiana Lalaonirina Olivette, chef de la Mention Automatismes et Informatique, qui nous fait l'honneur de présider la soutenance de ce mémoire malgré sa nombreuse responsabilité, et aussi le Directeur de ce mémoire, pour leur soutien sans cesse, leur remarque constructives, leur amplitudes pédagogiques ainsi que leur aide importante tout au long de l'élaboration de cet ouvrage.

J'exprime mes vifs remerciements à Monsieur le président du jury, RANDRIANANDRASANA Marie Emile pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider la soutenance de ce mémoire, ainsi qu'à tous les membres du jury composé de Monsieur RAJAONARIVELO Jean André, Monsieur BOURGEON Andy Marlon qui ont voulu porter leur point de vue sur le travail. Et tous les corps de l'enseignant du parcours AEII et le corps du personnel administratif de l'Institut.

Je tiens à remercier la société Réfrigépêche Toamasina pour m'avoir chaleureusement accueilli durant mon stage afin de m'initier l'étude de mon projet.

Je souhaite également remercier Monsieur JOSOA Arnaud, chef d'atelier Electrique et Froid pour son encadrement avec ses personnels de leur accueil qu'ils m'ont réservé et leur sympathie, ce qui m'a permis d'effectuer mon stage dans d'agréables conditions et afin de bien choisir mon sujet de mémoire.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes parents, ma famille ainsi que mes amies de m'avoir toujours soutenu du côté financement et moralement. Et à toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon stage et de mon projet.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Chronogramme de stage	15
Tableau 2 Propriété de l'eau	29
Tableau 2 Durée de remplissage.....	65
Tableau 3 Durée du mélange	66
Tableau 4 Prix matériel	69

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Structure de la production de froid	7
Figure 2 Organigramme atelier Electrique/ Froid	16
Figure 3 Principe de fonctionnement électrique naval	18
Figure 4 Diagramme de phase de l'eau	30
Figure 5 Etape de la fabrication d'un bloc de glace	33
Figure 6 Figure étape de la fabrication de glace en paillette	35
Figure 7 Cycle frigorifique.....	39

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 Cale poisson bateau RIANDAVA	5
Photo 2 Moteur principale CUMMINS	6
Photo 3 Groupe Electrogène RIANDAVA	6
Photo 4 Compresseur diffuseur à vis	8
Photo 5 Alternateur.....	9
Photo 6 Démarreur SEBAE.....	9
Photo 7 Tableau de bord SEBAE	10
Photo 8 Bateau FANANTARA	10
Photo 9 Vue de droite Bateau long line	11
Photo 10 Générateur à glace	13
Photo 11 Batterie bateau chalutier.....	19
Photo 12 Système de congélation de glace avec un évaporateur cylindrique et un tuyau d'arrosage ...	42
Photo 13 Principe de raclage de glace congelé sur la surface de l'évaporateur	42
Photo 14 Machine à glace marque IMEF avec les pompes doseuses de saumure et de solution bicarbonate	47
Photo 15 Photo capteur de niveau	50
Photo 16 Microcontrôleur Atmega.....	51
Photo 17 Constitution de la carte arduino	53
Photo 18 Fenêtre de l'interface du logiciel arduino(IDE)	54
Photo 19 Fenêtre avec le code de programmation.....	55
Photo 20 Photo du projet	56
Photo 21 Machine à réaliser	63

LISTE DES ABREVIATION

A	ampère
AEII	Automatisme –Electronique-Informatique Industrielle
Ar	Ariary
b'	Section plus petit du mouleaux
db	décibel
D	Durée de congélation
d	Retard à la monté
E	eau
fin	final
g'	Grandeur de sortie
G	Grandeur
gl	Glace
H	Séjour
h	Heure
init	Initial
k	Kilo
long	longueur
m'	Mesurande
max	Maximum
m1	Monté
min	Minute
N	Nombre d'ouverture et de fermeture de porte
N2	Nombre de travailleur

P	Paroi
R	Réponse
S	Surface
S'	sensibilité
s	Saumure
Sol	solidification
t	température
t'	Pourcentage massique

LISTE DES SIGLES

Symbole	Unité	Signification
C	$\frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$	Chaleur massique
d		densité
H	$\frac{J}{kg}$	Enthalpie massique
K	$\frac{W}{m^2 \cdot k}$	conductivité thermique
L	$\frac{kJ}{kg}$	Chaleur latente
P	$\frac{fg}{h}$ ou w	quantités de froid à produire
Q_m	$\frac{kg}{s}$	Débit massique
Q_v	$\frac{m^3}{s}$	Débit volumique
Q	J	chaleur
S	m^2	superficie
T	$^\circ C$	température
t'		pourcentage massique
v	$\frac{m^3}{kg}$	Volume massique
ρ	$\frac{kg}{m^3}$	masse volumique

SOMMAIRE

Partie I. PRESENTATION GENERALE DE L'ETABLISSEMENT D'ACCUEIL ET DU PROJET	
Chapitre I. ETABLISSEMENT D'ACCUEIL	2
Section I.1. DESCRIPTION DE LA SOCIETE	3
I.1.1. Activités	3
I.1.2. Patrimoine société	3
Chapitre II. DEROULEMENT DE STAGE	14
Section II.1. Atelier de stage	16
Section II.2. Activité durant le stage	17
Section II.3. Présentation du projet	17
Partie II. PROCESSUS DE LA FABRICATION DE GLACE INDUSTRIELLE	28
Chapitre III. MODE DE PRODUCTION DE GLACE	29
Section III.1. Introduction	29
Section III.2. Matière première	29
Section III.3. Changement d'état	31
Section III.4. Généralité de mode de transfert de chaleurs	32
Section III.5. Différente type de glace et ses modes de production	33
Chapitre IV. MACHINE A GLACE	39
Section IV.1. Généralité	39
Section IV.2. Les éléments constitutifs d'une machine à glace	40
Section IV.3. Principe de production d'une machine à glace	42
Section IV.4. Bilan thermique	47
Section IV.5. Principe actuel de production de la société Réfrigépêche	47
Chapitre V. AUTOMATISME INDUSTRIELLE	50
Section V.1. Généralité	50
Section V.2. Structure de système automatisée	51
Section V.3. Caractéristique des pièces	59
Partie III. REALISATION	65
PHOTO ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	66
EXPERIENCE	68
RESULTAT DE L'EXPERIENCE	70
BUDGET DE PROJET	70

INTRODUCTION GENERALE

Dans un pays comme Madagascar, la pêche industrielle prend une grande place pour le développement économique du pays. C'est une activité très rassurante puisque notre île possède une vaste superficie d'exploitation de fruit de mer qui entoure le pays. Mais, tous les bateaux de pêche ne sont pas forcément équipés d'une chambre froide de stockage, donc la société doit faire face au recours de la production de glace pour conserver les produits à bord durant la marée.

Mais la technique manuelle employée par la société Réfrigépêche aujourd'hui sur la préparation de la dissolution de sel nécessite l'intervention humaine qui conduit à la perte de temps pour les frigoristes puisqu'ils interviennent tous au long du processus.

L'automatisation de production industrielle est le moyen très efficace pour le taux de production qu'on désire produire sur une durée déterminée. C'est grâce à cette technique qu'on envisage de fabriquer une machine automatique nécessaire à la préparation de dissolution de sel utilisée dans la production de glace d'où notre thème s'intitule l'automatisation de la dissolution de sel d'une machine à glace.

Le projet consiste donc à améliorer cette technique traditionnelle en utilisant la technique moderne de nos jours c'est-à-dire d'utiliser une machine pour accélérer la durée de la préparation de saumure en limitant l'intervention du personnel.

Pour mieux comprendre notre projet, ce travail sera divisé en trois parties, dans la première partie, nous essayons de voir la présentation de la société d'accueil. Cette partie est constituée par le déroulement du stage. Après sur la deuxième partie le processus de la fabrication de glace. Cette partie est constituée par le mode de production de glace, puis la machine à glace et enfin l'automatisation industrielle. Et pour terminer la troisième partie sera la réalisation de notre machine.

Partie I-
PRESENTATION GENERALE DE
L'ETABLISSEMENT
D'ACCUEIL ET DU PROJET

Chapitre I. ETABLISSEMENT D'ACCUEIL

Réfrigépêche est une société anonyme membre du Groupe Réfrigépêche de Madagascar (GRM). Elle s'étend presque dans toute l'île grâce à son exploitation, distribution et sa vente de produit. Son activité principale est la pêche industrielle à Madagascar. Elle est située en face du port Toamasina (SPAT) au 26, Boulevard RATSIMILAHO –BP 450501. Elle assure le développement de l'industrie et la pêche du pays.

Section I.1. DESCRIPTION DE LA SOCIETE :

La société Réfrigépêche est une société anonyme dirigée par Monsieur Didier Barcelo, créé le 29 septembre 1980. Elle a un capital d'un milliard d'Ar dont son activité est la pêche industrielle. La Réfrigépêche exporte ses produits frais ou congelés vers de grands pays comme les pays de l'Europe, la Réunion et l'Afrique du Sud tandis que le reste du produit est en vente locale à Madagascar comme à Tamatave, Moramanga- et Antsirabe. [1]

I.1.1. Activités :

La société Réfrigépêche est une société de production de fruits de mer. Elle exploite les ressources halieutiques en pêchant des poissons et des autres produits comme les crevettes. C'est une société à activité de pêche industrielle en exploitant ses produits de mer de première qualité. Ce produit est encore frais et qu'on exporte est conservé dans un récipient comme la glacière équipée par de glace. Ce récipient est fabriqué à base de polystyrène qui est une matière dont la capacité est de conservée l'Energie à chaud et à froid. Ce récipient assure la conservation de ce produit frais jusqu'à l'expédition vers l'extérieur.

Le trajet de la marée des bateaux de la société est autour de la côte Est de Madagascar, vers le Nord de Tamatave au Cap Masoala de Maroantsetra et vers le Sud de Tamatave à Mahanoro.

Donc à part la pêche industrielle, cette société est parmi les sociétés d'exportation puisque c'est elle même qui assure l'exportation de ses produits jusqu'à ses clients. C'est une société de commerce aussi puisqu'il possède des points de vente qui assurent la distribution et la vente local les autres produits.

I.1.2. PATRIMOINE SOCIETE

Pour pouvoir atteindre l'objectif de satisfaire les clients, la société utilise beaucoup de matériel comme le moyen de transport des bateaux, le siège social de la société équipé des usines, des chambres de stockages et des divers ateliers, et des points de ventes de leur produit.

I.1.2.1. BATEAUX : [2]

C'est un engin ou véhicule flottant qui permet le transport maritime et fluvial. C'est un moyen pour faciliter l'obtention des poissons et des crevettes pour la société. La société travaille avec trois bateaux qui sont les chalutiers, les long line et les pêches fonds. Mais chaque bateau est équipé de cale poisson, passerelle, cabine équipage.

- Chalutier : dimension 25 m de long, 7 m de largeur et de poids de 140 T à vide.

- Long line : dimension 12 m de long et 4,80 m de largeur. Ce bateau pour faire la pêche à la line

- Pêche fond : dimension 16 m de long et 4,83 m de largeur. Ce bateau pour faire la pêche fond

- ✓ Equipement disponible dans les bateaux:

Cale poisson et crevette :

C'est une chambre de dépôt de poisson et d'appât. Elle assure la conservation de produit durant la marée.

- Pour les chalutiers: C'est une chambre froide de 150 m³ (pour Riandava et Fanantara) et 140 m³ pour Rantabe de volume et de - 18 à - 22 °C de température. Cette chambre produit de froid grâce au machine frigorifique.



Photo 1 Cale poisson bateau RIANDAVA

- Pour les SEBAE : C'est une chambre froide de $13,5 \text{ m}^3$ pour les SEBAE 1 à 3 de volume et de -18 à -22 °C de température. Avant le départ des SEBAE, ils ont fait des congélations de glaces venant de la chambre à glace et ces glaces permettent la conservation du produit durant la marée. Donc ce bateau ne produit pas de froid mais cette conservation est assurée par la glace en écaïlle.

Cale machine :

C'est une salle de production d'Énergie. L'Énergie produit dans cette salle permet le bon fonctionnement du bateau.

- o Pour les chalutiers :

Pour satisfaire cette production, cette salle est équipée de machines à vapeur diesel (qui est la première source d'Énergie du bateau comme le déplacement, des courants stockés dans les batteries et courant électrique), machine frigorifique. Sa consommation est de 1900 L/j.

- ❖ La machine diésel :

Elle est composée de deux moteurs, le premier est le moteur principal et le deuxième est le groupe électrogène.

- Moteur principal :

C'est l'organe principal qui permet le déplacement du bateau. Son modèle est CUMMINS KTA19M3.



Photo 2 Moteur principale CUMMINS

- Groupe Electrogène :

C'est une machine de production d'Énergie électrique du bateau. Cette Énergie électrique produit par ce groupe est directement utilisée par le bateau. Elle est composée de deux machines qui sont un moteur diesel et un alternateur. Un moteur diesel est un moteur à vapeur de modèle SCANIA DS9.95. Ce moteur qui a fait tourner l'alternateur et cet alternateur transforme l'Énergie mécanique de cette rotation en Énergie électrique. Cet alternateur est un générateur synchrone de puissance 150 KVA et de modèle LEROY SOMER LSA 461. Elle délivre un courant alternatif triphasé de 380V entre phase et 220V entre phase neutre. Le courant délivré par cet alternateur est utilisé comme éclairage et alimentation des matériels de navigation.



Photo 3 Groupe Electrogène RIANDAVA

❖ La machine frigorifique :

C'est une machine de production de froid artificiel. Cette machine qui permet d'extraire la chaleur du produit à refroidir c'est-à-dire de rejeter cette chaleur. Cette machine frigorifique est équipée de 4 machines principales qui sont le compresseur, le condenseur, le détendeur et l'évaporateur. Ce type de bateau a deux pièces pour la production de froid qui sont destinée à la conservation des poissons et des crevettes durant la marée. Ces deux pièces sont la cale poisson et crevette et le tunnel.

Structure de la production de froid à bord:

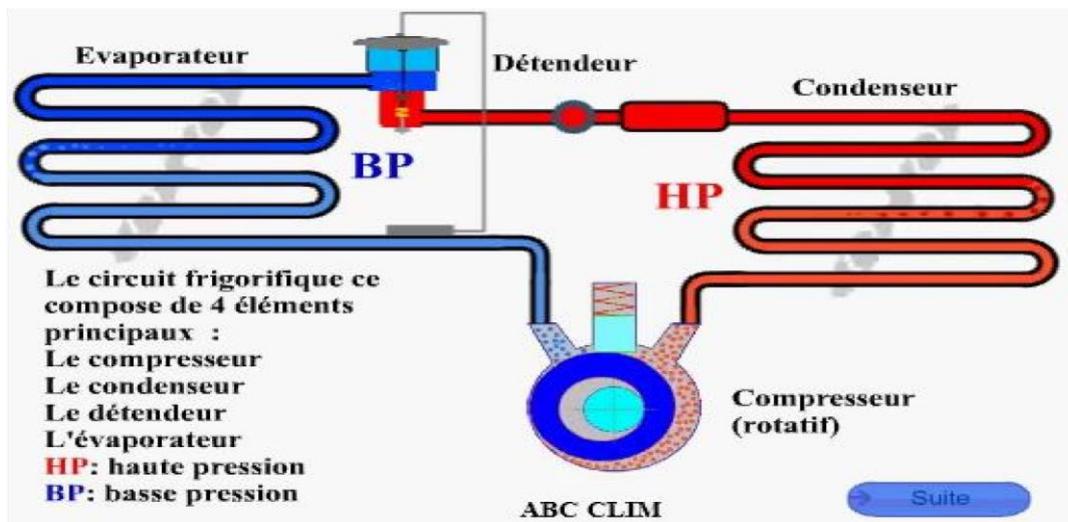


Figure 1 Structure de la production de froid

Le compresseur aspire du ff à l'état gazeuse provenant de l'évaporateur à BP pour la comprime à HP et Ht vers le condenseur. Arrivée au condenseur, ce ff subit un phénomène de condensation par refroidissement et il change d'état en liquide échangeant de chaleur avec le medium employée pour être comprimé au détendeur. Au détendeur, ce ff liquide provenant du condenseur, subit une détente de température et une baisse de pression avant son introduction à l'évaporateur. A la sortie de détendeur, le ff devient en BP et introduit dans l'évaporateur pour subir un phénomène de vaporisation : le ff absorbe la chaleur du médium et redevient vapeur. Le ff employé à bord est un fréon R22 (Réfrigérant 22) et le medium utilisée est l'eau de mer. Type machine frigorifique employé dans le bateau :

Compresseur :

Type : compresseur diffuseur à vis de type OFN 7441 R

Débit volumique : 82 à 224 m³ / h

Condenseur : condenseur à eau de mer

Détendeur : tunnel : TEX 12 à orifice n° 2

Cale poisson : TEX 5 à orifice n° 2

Evaporateur : ventilé

- Compresseur :



Photo 4 Compresseur diffuseur à vis

o Pour les SEBAE :

Sa différence aux chalutiers est qu'il n'a pas de machine à froid.

La production d'Energie au sein de ce bateau est assurée par une seule machine diésel. De moteur diésel de model DOOSAN MD196TI. La consommation des bateaux de la pêche fond est de 250L/j tandis que pour les bateaux de la pêche long line, elle est de 200L/j. Mais le moteur diésel est équipé de l'alternateur et de démarreur.

- L'alternateur est un générateur synchrone qui fournit de l'Energie électrique en tournant.

L'Energie produit par l'alternateur est un courant électrique triphasé. Mais presque comme les véhicules SEBAE, on utilise des appareils à courant continue .Pour satisfaire les besoins du récepteur, ce petit alternateur est équipé de diodes redresseur à l'intérieur qui convertit le courant alternatif en courant continue. L'Energie fournie est stockée dans la batterie avant d'être utilisée par le récepteur comme le démarrage et l'éclairage du bateau.



Photo 5 Alternateur

- Le démarreur est un moteur à courant continu qui est l'organe principal du démarrage du moteur diesel ou essence. Elle est équipée de contacteur et ce contacteur est actionné par le contact venant de la passerelle. Quand il y a un signal au contacteur, ce contacteur actionne le volant moteur et le volant moteur fait tourner le vilebrequin et il y a l'arrivée du gasoil et le moteur démarre.



Photo 6 Démarreur SEBAE

Passerelle :

C'est une salle du contrôle et de la commande du bateau. C'est la place de la commande et du contrôle du capitaine du bateau. Elle est équipée des matériels de navigation et de coffret électrique. Les matériels de navigation permettent au capitaine au contrôle total de son navire et la communication avec l'extérieur. Ces matériels sont composés

de l'ordinateur, de compas ou boussole, de tableau de bord, de téléphone, de bloc de vitesse du moteur, de radar, des boutons tournants pour la commande la marche et l'arrêt de la pompe de calée machine.

Le coffret électrique est l'organe de commande du bateau. Elle est composée de l'interrupteur à fusible, des disjoncteurs, des câbles. Ce coffret sert à commander l'ampoule du bateau et des commandes qui marchent automatiquement au sein du bateau comme la marche d'une alarme en cas de divers problème.

Elle est la même que les bateaux des chalutiers et les bateaux long line et pêche fond.



Photo 7 Tableau de bord SEBAE

Cabine équipage :

C'est le dortoir du marin. Elle est divisée en deux le dortoir des officiers et le dortoir des matelots pour les chalutiers mais elle est composée d'une cabine pour les SEBAE.

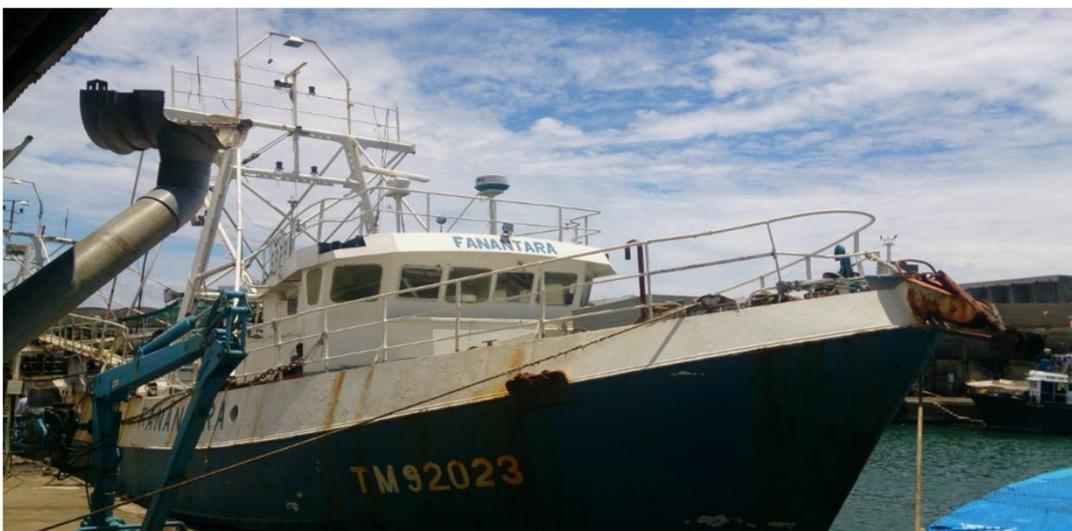


Photo 8 Bateau FANANTARA



Photo 9 Vue de droite Bateau long line

I.1.2.2. SIEGE SOCIAL :

C'est le lieu de la préparation et de conservation ou de stockage des produits. Ce lieu aussi c'est à l'endroit du parking et de la réparation des bateaux. Pour atteindre l'objectif de production, ce siège est sous la responsabilité du Directeur General et ses équipes. La société compte à peu près 500 personnels et d'autres personnels journaliers.

✓ ATELIER

Cette société possède plusieurs ateliers pour pouvoir atteindre ses objectifs :

- Atelier Electrique /Froid : Il assure le bon fonctionnement des machines à froid, machine électrique et les installations électrique et froid au sein de la société.

Atelier Mécanique : Il assure le bon fonctionnement du moteur diesel ou essence et tout ce qui est en branche mécanique au sein de la société.

- Atelier Electronique : Il assure le bon fonctionnement des matériels électroniques comme les matériels de navigation, des balances électroniques, des caméras de surveillances au sein de la société.
- Atelier chaudronnerie : Il assure la qualité des métaux comme le fer et l'aluminium .Il fait des soudures au sein de la société.
- Atelier de menuiserie et de charpenterie: Il assure la qualité des matériels en bois et en fibre de la société.

- Usine : Il assure la qualité du produit de la société. Il prépare et conserve les produits avant l'exportation.
- Laboratoire : Il assure aussi la qualité du produit en faisant l'analyse du produit et de l'eau.

✓ CHAMBRE FROIDE

Pour la conservation et le dépôt des produits, la société possède beaucoup de chambres de stockage de produits comme des chambres froides. Comme la chambre froide de l'usine de 1600 m³ et de température -10 à -20°C .Cette chambre froide utilise aussi la technique de production de froid de vaporisation d'un liquide en circuit fermé. Elle utilise un compresseur semi hermétique pour l'aspiration, la compression et le refoulement du fréon venant de l'évaporateur vers le condenseur. Cette chambre froide de l'usine est employée pour la préparation et le stockage des produits avant son exportation.

✓ POINT DE VENTE :

C'est le lieu de vente et de distribution de produit frais et congelé pour la vente locale. Les produits sont des tranches de gros poissons, des petits poissons et des boulettes de poissons. Les points de vente sont équipés de boutique et de chambre froide. La société possède dix points de vente et le onzième est en cours d'installation dont sept poissonneries à Tamatave, deux Antsirabe et un à Moramanga. Le volume de ces chambres froides est varié selon la poissonnerie comme P2, P3 et P4 est de 7 m³ tandis que P1 et P10 est de 30 m³. Ces poissonneries emploie le mode de production de froid dans les chambres froide par les technique de vaporisation d'un liquide en circuit fermé.

✓ CHAMBRE A GLACE :

C'est la chambre de la production et de dépôt de la glace industrielle. Ces glaces sont employées pour la conservation des produits et d'Appât que les SEBAE ont pendant leur marée. Avant leur départ, chaque SEBAE a fait des congélations des glaces de 3 à 3,5 T qu'on place dans la cale poisson. Le volume de chambre à glace est de 1500 m³ et la machine à glace produit de 5T de glace par 24h. Cette chambre à glace utilise des

machines frigorifiques qui emploient la technique de réfrigération en circuit fermé pour la production de glace. Cette machine est composée de générateur de glace et les machines frigorifiques.



Photo 10 Générateur à glace

Chapitre II. DEROULEMENT DE STAGE

C'est un programme pédagogique qui aide les étudiants s'initier au monde professionnel qu'ils attendent après leur formation et de voir l'application de ce qu'il a vu durant les cours théoriques au niveau de la société. Ils nous aident aussi à ce que le monde professionnel l'attend à propos du domaine d'étude.

En tant qu'élève en Génie Electrique, cette société nous accorde un stage dans l' Atelier Electrique/ Froid, du service électrique pour la formation en maintenance électrique.

Chronogramme de fonction durant le stage :

Période : 05 Décembre 2017 au 03 février 2018

TACHE	Semaines 1	Semaines 2	Semaines 3	Semaines 4	Semaines 5	Semaines 6	Semaines 7	Semaines 8
Maintenance machine électrique	X	X	X	X			X	X
Démarrage bateau	X	X					X	X
Maintenance éclairage à bord	X	X	X	X			X	
Maintenance batterie	X					X	X	X
Dépannage circuit électrique						X	X	X
Installation électrique nouvelle	X	X			X			X
Maintenance électrique chez les points de vente		X				X	X	
Maintenance éclairage	X	X				X		
Installation du nouvel éclairage	X	X	X	X		X	X	X

Tableau 1 Chronogramme de stage

Section II.1. ATELIER DE STAGE :

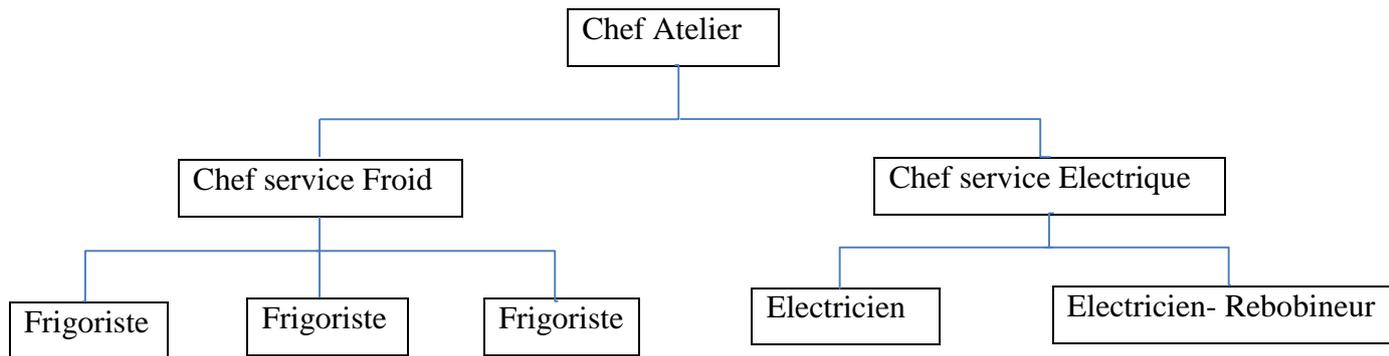


Figure 2 Organigramme atelier Electrique/ Froid

Comme on l'a mentionné en haut, cet atelier assure le bon fonctionnement des machines froids, machine électrique et les installations électrique et froid aux seins de la société. Il est divisé en deux services qui sont le service Electrique et le service Froid.

- Service Froid :

Ce service assure le bon fonctionnement de tout ce qui est du domaine Froid industriel comme climatisation, chambre froid et chambre à glace. Elle est équipée de quatre frigoristes qualifiées dans ce domaine. Elle assure aussi le bon fonctionnement du côté électrique en dehors des heures de travail puisqu'il y a toujours un frigoriste qui garde les machines à froid des chambres froides de la société. Les frigoristes sont titrés des personnels polyvalents en électricité et en froid industriel.

- Service Electrique :

Elle assure le bon fonctionnement du côté électrique industriel au sein de la société. Elle intervient à la maintenance de ce domaine. Elle est équipée de trois personnels qualifiés dans ce domaine. L'un de ces personnels est spécialiste en machine électrique ou rebobineur c'est-à dire il intervient à la maintenance des machines électriques employés au sein de la société. Mais les deux autres sont équipés du chef de ce service, ils interviennent à la maintenance électrique en général comme le démarrage et l'éclairage des bateaux, l'éclairage au sein du siège social et le bon fonctionnement des matériels électriques au sein de la société. Nous étions membres de l'équipe de maintenance en général.

Section II.2. ACTIVITE DURANT LE STAGE :

Comme tous les autres stagiaires, le déroulement du stage au sein de la société est divisé en deux parties : stage d'initiation et stage d'application.

Notre formation est partie à zéro sur le domaine électrique. Tous les stagiaires au sein de cette société sont considérés comme de personnels c'est-à-dire on travaille comme les personnels de chaque service, le travail est avant tout. Nous sommes disponibles à tout moment en accomplissant les devoirs du service à la société. Mais pour accomplir ce devoir, le stage d'initiation est nécessaire.

II.2.1. Stage d'initiation :

Ce stage d'initiation a pour but de former le stagiaire au mode et à la technique de travail où le service intervient. La formation n'est pas au sein de l'atelier mais sur le terrain d'intervention comme dans les bateaux, à l'usine, dans les points de vente. On accompagne l'électricien et à partir de ce moment la formation débute.

II.2.2. Stage d'application :

Dès qu'une technique de maintenance qu'on a déjà vue pendant la période d'initiation deux à trois fois se présente, l'application de cette technique débute. L'encadreur nous laisse intervenir et son rôle est d'encadrer en évaluant notre mode de travail durant l'intervention et de surveiller en vérifiant le travail.

Puisque cette société utilise des moyens de transport pour naviguer en pêchant ce fruit de mer qui est le bateau. Ce bateau doit être contrôlé et dépanné pour qu'il assure ses fonctions de la production de la société. Sa maintenance est assurée par les ateliers de la société en fonction de la branche de maintenance à faire. Pour les côtés électriques, elle est assurée par les personnels du service électrique. C'est dans ce domaine que s'oriente ma formation au sein de cette société.

II.2.3. Electricité naval :

C'est l'utilisation de l'Energie électrique à bord des bateaux. Elle est constituée par la production, stockage et l'utilisation de l'Energie électrique à bord. Le système électrique à bord est composé d'une réserve électrique constituée des batteries, d'un circuit de charge comprenant un alternateur et un régulateur et enfin le système de démarrage assuré par le démarreur. Notre devoir est de faire l'étude et la maintenance de ses systèmes électriques car dans ces domaines intervient l'électricien pour la

maintenance électrique navale. Ces deux domaines utilisent deux machines électriques qui sont le démarreur pour le démarrage et l'alternateur pour l'allumage. Ces deux machines ont besoin d'Énergie stocké dans la batterie pour accomplir leur tâche.

Principe de fonctionnement des appareils électrique à bord

ALLUMAGE

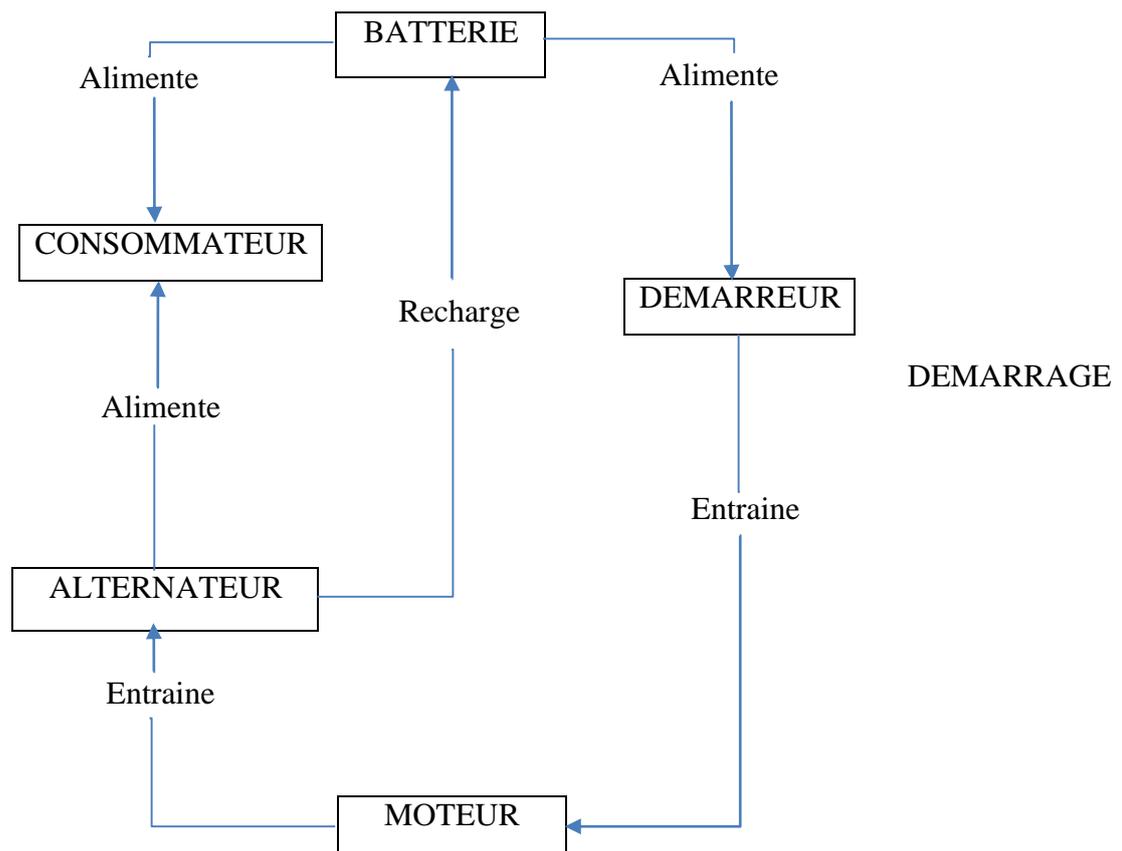


Figure 3 Principe de fonctionnement électrique naval

II.2.3.1. Matériel : [3]

C'est un matériel électrique qui assure le bon fonctionnement en électrique naval.

✓ Batterie :

C'est un organe de stockage d'Energie sous forme électrique. Cette Energie est issue de l'Energie mécanique entraîné par le moteur puis convertit en Energie électrique en courant continue par l'alternateur et enfin stocké dans la batterie. La majorité de bateaux sont équipés de batterie en plomb. Elle stocke le courant continu sous forme électrochimique. L'inconvénient majeur est leur faible durée de vie .Pour les bateaux de la société, on remplace la batterie tous les 2 ans.

- Pour les SEBAE, ils ont beaucoup de problèmes de démarrage en cas du décharge de la batterie .Pour ce problème, on charge la batterie par des chargeurs équipés de transformateur abaisseur et des diodes de redressements. On utilise deux batteries pour le démarrage monté en série pour alimenter le démarreur en tension de 12 volts .Mais les deux batteries pour l'éclairage sont montées en parallèle pour avoir à la sortie un courant électrique de 24 volts pour l'alimentation des matériels de navigation et les lampes
- Pour les bateaux de chalutiers, il utilise au minimum huit batteries dont 4 batteries utilisées pour le démarrage et les quatre autres pour l'éclairage. Les deux de ces batteries sont montées en séries pour avoir 24V et ces deux batteries qui sont montées en série sont montées en parallèle pour qu'à la sortie des 4 batteries on a une tension de 24V.



Photo 11 Batterie bateau chalutier

Comme tous les matériels électriques à bord, leurs potentiels peuvent baisser et cela entraîne leur destruction. Donc, ils doivent être contrôlés.

Contrôle de la batterie :

La batterie est un réservoir électrique et elle assure en premier lieu le démarrage du moteur et après l'alimentation des diverses fonctions électriques nécessaires à la mise en marche du bateau. Sa recharge est assurée par un générateur qui est l'alternateur. La consommation importante de l'Energie de batterie entraîne la baisse du potentiel c'est-à-dire la baisse de rendement. Pour éviter la panne de la batterie, on remplace la batterie de ces bateaux tous les 2 ans.

Mais si on constate que la batterie n'arrive plus à démarrer le moteur, on fait le contrôle de niveau électrolyte et le contrôle de l'état de charge avant la date de remplacement. Si après ce contrôle le rendement reste toujours défaillant, on remplace immédiatement la batterie.

- Contrôle de niveau de l'électrolyte :

Le contrôle du niveau de l'électrolyte est un contrôle fastidieux mais nécessaire. L'électrolyte s'évaporant pendant les cycles de charge et de décharge de la batterie. Si le niveau est insuffisant, on ajoute de l'eau distillée. On vérifie que chaque élément de la batterie soit recouvert d'environ 1 cm à 1,5 cm d'eau distillée.

- Contrôle de l'état de charge :

Ce contrôle est à l'aide du voltmètre. On effectue l'opération d'une batterie au repos au moins deux heures. Si le voltmètre indique 13 volts, cela signifie que la batterie est complètement chargée, 12,2 volts, qu'elle est chargée à 50 % et 11,9 volts , chargée à 20 % de sa capacité. Certaines batteries sont munies de témoins permettant, d'un simple coup d'œil, de contrôler l'état de charge : témoin vert, la batterie est chargée ; témoin noir, il est nécessaire de charger la batterie jusqu'à l'apparition du point vert ; témoin jaune ou clair, il existe un dysfonctionnement comme niveau électrolyte est trop bas. Après la charge de batterie par le chargeur, si la batterie n'arrive pas à démarrer le moteur ou la tension à la borne de la batterie est presque nul, on doit le remplacer immédiatement.

La majorité du temps que la batterie n'arrive pas à démarrer le moteur après son chargement avec un chargeur, on remplace immédiatement cette batterie pour éviter encore le problème de démarrage.

✓ Démarreur :

Comme nous avons vu en haut, Le démarreur est un moteur qui assure le démarrage du bateau.

Démarrage bateau :

C'est la première étape de la mise en marche du moteur diesel du bateau. Quand on fait contact, le contacteur de démarreur est actionné par le signal de 12V provenant de la batterie de démarrage et ensuite le volant moteur est excité par le démarreur et cela fait tourner le vilebrequin et il y a l'arrivée du gasoil et le moteur démarre. Lorsque le moteur ne démarre pas, c'est l'électricien et le mécanicien de faire le diagnostic en vérifiant si ce problème est du côté mécanique ou électrique.

Si c'est du côté mécanique, il a un problème au niveau du moteur diesel mais si c'est du côté électrique, le contrôle au niveau du démarreur ou de la batterie est nécessaire. Pour éviter le problème du côté électrique, il faut faire la révision de ces deux composants.

Toutefois sa révision peut s'inscrire dans le cadre d'un entretien préventif mais elle s'impose chaque fois qu'apparaît un des symptômes suivants comme le démarreur ne tourne pas malgré l'excitation du contacteur, le démarreur entraîne le moteur à une vitesse insuffisante pour assurer le démarrage. Sur ces deux conditions les batteries sont chargées et le contacteur est en parfait état.

Contrôle démarreur :

Comme tout élément mécanique ou électrique, le démarreur est susceptible de tomber en panne. Mais pour éviter cette panne, il doit être révisé tous les deux ans. Toute remise partielle ou complète, son remplacement nécessite sa déposition. Après sa déposition, on démonte le démarreur pour vérifier ses composants intérieurs.

Après le démontage du démarreur, on effectue les contrôles visuels et mécaniques et les contrôles électriques

✓ Alternateur :

C'est un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. Cette énergie mécanique est issue du moteur diesel. Durant la marche du bateau, l'alternateur continue à transformer l'énergie en stockant l'énergie dans les batteries pour être utilisée au démarrage et à l'allumage ou éclairage du bateau.

Allumage :

L'allumage est indispensable au sein du bateau le jour comme de nuit.

Le jour, elle assure à l'alimentation des matériels de navigation comme l'ordinateur, radar, compas, téléphone caméras de surveillance et l'éclairage de cale machine et poisson. La nuit, alimentation des matériels de navigation et éclairage de toute l'ampoule et les feux de navigations.

Pour les chalutiers, dès que les moteurs sont en marche, le groupe produit du courant alternatif en alimentant direct du groupe au récepteur comme l'éclairage à bord (feu de navigation, ampoule led), alimentation de machines à froid, matérielles de navigation et pompe de cale. Si le groupe ne marche pas à cause de la maintenance technique à bord, c'est l'Energie stocké dans la batterie qui assure l'éclairage et l'alimentation des matériels de navigation. Dans ce cas, les machines frigorifiques ne marchent pas puisqu'elles nécessitent beaucoup d'Energie pour l'alimentation (courant alternatif triphasée).

Pour les SEBAE qui sont les bateaux de long line et de la pêche fond, la production de courant à bord est assuré par le petit alternateur qui est relié d'une courroie à la poulie de vilebrequin.

L'Energie électrique produit par l'alternateur est directement stockée par la batterie .Le circuit électrique de l'alternateur et de la batterie est équipé de régulateur .Cette régulateur assure durant le fonctionnement du moteur, la recharge de la batterie et la décharge de l'alimentation des différents récepteurs. Comme au chalutier, ce courant alimente les matériels de navigation et tout l'éclairage à bord d'une tension de 24V continu.

Pour assurer le bon fonctionnement des circuits électriques à bord, ils doivent être révisés d'une durée bien déterminée pour chaque composant de ce circuit.

Contrôle de l'alternateur :

L'alternateur qui est une machine synchrone, il peut subir une baisse de rendement comme toutes les machines électriques. Pour surveiller son état, il doit être révisé une fois par an pour éviter une panne pendant les marées.

Avant la révision, une dépose de cet alternateur provenant du moteur est nécessaire.

Section II.3. PRESENTATION DU PROJET

II.3.1.1. Contexte général :

Le froid industriel joue un grand rôle dans de nombreux domaines comme dans l'industrie de transformation agro-alimentaire, médecine, confort thermique et c'est dans le domaine alimentaire que le froid occupe beaucoup de place car il permet de limiter les gaspillages et de prolonger la durée de conservation des produits.

Dans le domaine alimentaire, la technique à froid n'est pas une fin pour la consommation de nourriture fraîche mais pour augmenter la maîtrise de la conservation des stocks de produits pour l'exportation et la consommation. Il permet aussi de maintenir et d'améliorer la qualité du produit en maîtrisant les conditions de fabrication en optimisation des paramètres climatiques influençant le comportement des microorganismes.

Mais pour atteindre l'objectif à la conservation de stock, la société a mis au recours de l'installation des chambres froides et la production des glaces industriels.

Notre étude se concentre sur le côté production de glace industrielle car la glace joue un grand rôle sur la conservation des produits des bateaux SEBAE de la société jusqu'à la fin de leur marée. Et dans cette technique de production de froid il utilise encore des techniques rudimentaires c'est-à-dire manuelles pour faire la dissolution du sel utilisé à la production des glaces industrielles.

C'est en observant cette technique qu'une question nous vient à la tête est ce que c'est possible d'automatiser ce technique ? est ce que la société bénéficie sur l'application de cette technique d'automatisation ?

Pour mieux répondre à cette question, en étudiera technique de commande en créant une machine automatique pour faire cette dissolution, il est possible d'automatiser cette technique au sein de la société et la société est le premier bénéficiaire à l'application de cette technique.

II.3.1.2. présentation du thème :

L'Automatisation de la dissolution des sels d'une machine à glace industrielle est composée de trois groupes de mots qui sont l'automatisme, dissolution des sels et machine à glaces.

- L'Automatisme est une science de la branche de l'automatique qui traite des ensembles d'opération en étape c'est-à-dire il assure que chaque opération est bien terminée avant d'aborder la suivante, décide de la marche à suivre

en cas d'incidents. L'automatisme industriel a permis à l'industrie d'augmenter sa productivité et de réduire les couts. Ils ont L'objectif de remplacer l'homme dans la plupart des tâches (tâches répétitives, pénibles, dangereuses, trop précises, trop rapides) qu'il réalise dans tous les domaines sans intervention humaine.

- La dissolution de sel est une technique utilisée en froid qui provoque un abaissement de la température de la solution. Il est l'un des types de procédé thermodynamique de production de froid. Il est très utilisé dans la fabrication des glaces industrielles et dans la réfrigération en circuit fermée.
- Machine à glace : C'est une machine de la production des glaces en écaille. Cette machine utilise la technique de réfrigération en circuit fermé pour la production de froid. Cette machine est composée de générateur de glace et les machines frigorifique.

II.3.1.3. **Objectif :**

- Pour minimiser les mains d'œuvre à la fabrication des glaces c'est-à-dire la préparation de la dissolution de sel nécessite une période de 30 minutes à 45 min au sein du Réfrigépêche et ce personnel est bloqué durant cette préparation au lieu d'accomplir les autres tâches.
- Pour augmenter le taux de production en employant les nouvelles technologies puisque les industries aujourd'hui ont fait le recours à la dernière technologie pour avoir un bon rendement de produit.

II.3.1.4. **-intérêt de la société :**

Pour la Réfrigépêche comme toute les sociétés de production, le rendement des produits est très plus important au bon fonctionnement de la société et pour le bien et le profit. Comme la politique de cette société est de recruter des ouvriers à titre journaliers lors des travaux à faire d'une durée bien déterminée par comme durant le carénage à part des tâches quotidienne. Cette société doit faire à la course des dernières technologies pour minimiser les mains d'œuvre en limitant le recrutement des ouvriers journaliers.

L'automatisation de la dissolution de la machine à glace permet à la société de minimiser les mains d'œuvre afin que le taux de la production de glace augmente pour satisfaire

les besoins de la société. La minimisation de ses mains d'œuvres et l'augmentation des taux de produits entraîne un gain de la société. Cette technique aide les frigoristes sur la technique de la production de glaces puisqu'ils n'interviennent plus tout au long du processus.

II.3.1.5. Intérêt personnel :

L'automatisme trouve son essor dans le domaine industriel puis précisément au niveau de l'industrie de production qui est l'usine.

L'automatisation industrielle est le domaine le plus recouru par l'industrie de production ou d'usine puisqu'il aide l'usine au niveau de sa production d'avoir de bon rendement. En tant que futur automaticien, notre rôle dans ce domaine est de faire l'étude, le gère, la contrôle, la commande et maintenance des systèmes automatique ou automatisée au sein de l'industrie.

C'est pour cela que je m'intègre déjà dans ce domaine en choisissant ce thème pour mon expérience professionnelle à venir et l'expérience sur l'étude et la réalisation des projets dans le domaine d'ingénierie.

II.3.1.6. Valeur ajoutée :

Comme on le mentionne au sous-titre avant, ce projet permet à la société de minimiser les mains d'œuvre afin que le taux de la production de glace augmente pour satisfaire aux besoins de la société. S'il y a minimisation des mains d'œuvre, cela implique sur gain de temps du personnel de la société et un gain d'argent pour la société. Gain de temps :

Le processus de préparation de cette dissolution qu'on utilise aujourd'hui : on pèse le sel qu'on la dissout dans l'eau après on aspire l'eau venant du réservoir, on mélange le soluté qui est le sel avec le solvant l'eau et enfin on mesure le taux de basicité de la solution. Mais la nouvelle technique que je proposais est de peser seulement le sel et la machine fait le reste. Au lieu de 30 minutes pour faire cette dissolution avant et cela diminue de 5 minutes en employant cette technique. Les frigoristes ont 25 minutes pour faire d'autre tâche de la société.

Gain d'argent :

Le gain de temps que la société bénéficie par cette technique est transformé en argent puisqu'à la société son salaire est en fonctions à la durée de travail. Au lieu de recruter des ouvriers journaliers, les frigoristes ont encore de temps pour faire la tâche que les

ouvriers devraient avoir le temps pour faire la dissolution en employant cette nouvelle technique.

Ce stage nous donne une dimension pratique sur le domaine industriel en général du côté électrique et à la production de froid industriel. Notre formation est plus précisément du côté électrique navale des bateaux de pêches. Mais en tant que future automaticien, c'est au niveau de froid industriel qu'il y a des applications sur le système automatique au niveau des chambres froides au sein de la société. C'est pour cela que j'ai pu combinée sur mon thème le côté froid industriel et automatisme même si on n'a pas beaucoup de temps sur l'étude de la machine de froid industriel de cette société. L'automatisation de la technique de la production au niveau de la société est la solution sûre et fiable pour la société pour l'augmentation de la production. Cette technique minimise les mains d'œuvre malgré l'augmentation du taux de produit. Elle n'a pas le but de remplacer le service de l'homme par la machine mais le limiter pour satisfaire les besoins des clients. La société est la première bénéficiaire de ce projet à part l'Inventaire puisqu'elle bénéficie du temps et de l'argent.

**PARTIE II-
PROCESSUS DE
LA FABRICATION
GLACE
INDUSTRIELLE**

Chapitre III. **MODES DE PRODUCTION DE GLACE**

Section III.1. Introduction :

La glace est une composée fabriqué à partir de l'eau plus précisément congélation d'eau à la température de zéro degré. C'est un bon agent de refroidissement avec une chaleur latente de fusion de 335kJ/kg. Spécialement importante dans les pays en développement, elle permet de refroidir et de conserver les produits de la pêche. Elle est très utilisée en raison de ses multiples avantages : elle a un très grand pouvoir refroidissant pour une masse ou un volume donné.

C'est un composé très employée dans le domaine industriel comme :

- **Domaine de conservation :** conservation des aliments comme des poissons, de la viande et refroidissement des jus et des boissons
 - **Domaine de construction :** refroidissement des bétons

Section III.2. Matière première :

III.2.1. L'EAU : [4]

C'est un composé minéral très présenté sur notre terre (3/4 de la planète terre). L'eau est très indispensable à la survie de tous les êtres vivants (50 à 90% du poids de l'organisme). Une molécule d'eau est formée par un atome d'Oxygène et deux atomes d'Hydrogène.

III.2.1.1. Différentes états de l'eau :

A l'état naturel, l'eau présente sous trois formes : forme solide, liquide et gazeux.

- **Etat solide :**

Au-dessous de 0° C, l'eau se trouve à l'état solide. A cet état, il est appelé glace. L'eau à l'état solide est formée par l'agencement de cristaux de molécule d'eau. On trouve la glace sous forme de neige, de givres ou de grêles et elle constitue les glaciers et les calottes glaciaires.

- **Etat liquide :**

A cet état, l'eau est comprise de 0 à 100 ° C de température. La majorité de l'eau recouvrant la terre est présente sous cette forme : lac, rivière, pluies,.....

- Etat gazeux :

A cet état, la température de l'eau est au-dessous de 100° C, on parle de la vapeur d'eau. L'eau est invisible et entre dans la composition de l'atmosphère terrestre sous forme de nuage.

III.2.1.2. Quelques propriétés:

Les propriétés de l'eau sont rassemblées dans le tableau ci-après :

Propriétés Générales	
Formule chimique	H ₂ O
Caractéristique	Incolore, inodore et insipide
Propriétés Physiques	
Masse molaire	18 g/ mol
Température de fusion	0° C
Température de vaporisation	100° C
Densité (liquide)	1
Densité (solide)	0,913
Propriétés Thermochimiques	
Chaleur massique (liquide)	4,185 kJ/ kg.K
Chaleur massique (solide)	2,060 kJ/ kg.K
Chaleur latente de fusion	335 kJ/ kg
Chaleur latente de vaporisation	2,257 kJ/ kg

Tableau 2 Propriété de l'eau

III.2.2. **Saumure : [5]**

C'est une solution aqueuse d'un sel, généralement fabriquée artificiellement par la dissolution de sel. La saumure est très utilisée dans le froid industriel pour la conservation des aliments et le transfert de chaleur dans des installations frigorifiques. On mesure la concentration d'une saumure par un densimètre. La concentration d'une saumure est proportionnelle à la densité de saumure qui est calculée par la formule ci-dessous :

$$d=1,0 + 0,007t'$$

1

Du côté pratique, La concentration est de l'ordre de 20 kg de sel pour 100 L d'eau.

Section III.3. Changement d'état :

La matière peut subir deux changements différents qui sont : changement physique et changement chimique.

- Changement physique : les molécules formant une matière restent les mêmes
- Changement chimique : les molécules changent d'état lorsqu'on fournit ou extrait de l'Energie appelée chaleur.

III.3.1. Chaleur sensible :

Un corps qui absorbe (dégage) de la chaleur sous forme sensible subit une augmentation (diminution) de sa température. L'absorption ou le dégagement de cette forme de chaleur ne provoque pas le changement d'état du corps considéré.

III.3.2. Chaleur latente :

Un corps absorbant ou dégageant de la chaleur sous forme latente subit un changement d'état physique. Ce changement d'état se produit à une température constante.

III.3.3. Diagramme de phase :

Le diagramme de phase d'un corps représente sur un graphique les domaines d'état physique dans lequel le corps se trouve suivant les paramètres définis. Ces paramètres sont généralement la température et la pression, on peut aussi utiliser le volume massique et la concentration du corps.

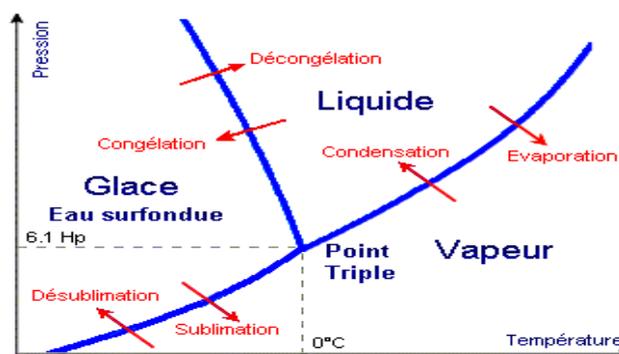


Figure 4 Diagramme de phase de l'eau

L'eau comme tout état de la matière, peut changer en trois états de la matière différente.

- Changement de liquide en vapeur : évaporation
- Changement de vapeur en liquide : condensation
- Changement de liquide en solide (glace) : congélation
- Changement de glace en liquide : décongélation
- Changement de glace en vapeur : sublimation
- Changement vapeur en glace : désublimation

Section III.4. Généralité mode de transfert de chaleurs:

Les deux sources de chaleur de la glace sont :

- la chaleur dégagée par les produits halieutiques;
- la chaleur du milieu extérieur.

Principalement la circulation de la chaleur se fait de différentes façons thermique: par conduction, par convection et par rayonnement. Mais ce dernier n'a aucune application sur cette production.

III.4.1. Par conduction :

Cette transmission de chaleur se fait dans une même pièce métallique quand les parties ont des températures différentes. En ce moment, la chaleur passe du point le plus chaud au point le plus froid.

La plaque est le siège d'une transmission de chaleur par conduction

Il y a des corps bon conducteurs de chaleurs et des corps mauvais conducteurs. Il est évident que pour la conservation des produits halieutiques, on recherchera les corps très mauvais conducteurs de chaleurs tels que : le bois, le liège, les polystyrènes

III.4.2. Par convection : [5]

La chaleur est entraîné par le mouvement d'une substance, en général un fluide, d'un endroit à un autre, ainsi l'air entourant les produits halieutiques chauds dans une chambre froide s'échauffe et monte vers le plafond où les serpentins froids le refroidissent, puis redescend vers le plancher

La glace disposée sur le produit halieutique fond à cause : du refroidissement qui entre par la caisse de la chaleur contenue dans l'air humide qui pénètre dans la caisse et provoque-la condensation de la glace

Pour connaître, la quantité de chaleur à soutirer du produit halieutique, il faut appliquer la formule :

$$Q = m. (t_{gl} - t_e). C_{poi} \quad 2$$

m est la masse totale de poisson à refroidir

Concernant la chaleur du milieu extérieur qui entre dans la caisse de conservation, son écoulement est fonction :

- de la superficie du couvercle
- de la nature du matériau utilisé qui se caractérise par sa conductivité thermique.

- de la différence de température entre le milieu extérieur et l'intérieur de la caisse. On peut combiner tous ces facteurs dans une formule simplifiée qui indique la quantité de chaleur qui passe à travers un mur ou un couvercle en une formule donnée :

$$Q = \frac{K . S . \Delta t}{E} \quad 3$$

Q qui est la quantité de chaleur écoulee en 1 h

Section III.5. Besoins frigorifiques pour la fabrication de la glace :

Ces besoins frigorifiques sont fonction :

- de la masse de l'eau à congeler ;
- de la chaleur massique ;
- de la chaleur latente de solidification de la différence de température entre le milieu ambiant et la température de la glace formée.

III.5.1. Chaleur massique d'un corps ou chaleur spécifique

C'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 kg d'un corps pour élever sa température de 1° C sans modifier son état physique.

Pour l'eau, sa chaleur massique est de $C_e = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

III.5.2. Chaleur de solidification

C'est la quantité de chaleur qu'il faut enlever à 1 kg d'un corps pour le faire passer de l'état liquide à l'état solide sans modifier sa température.

Les besoins frigorifiques se répartissent comme suit :

$$Q = C_e \cdot (t_{sol} - t_{init}) + L_{sol} + C_{gl}(t_{fin} - t_{sol}) \quad 4$$

[6]

Section III.6. Différent type de glace et ses modes de productions :

III.6.1. Glace en barre

La production des blocs de glace a été dans le passé le procédé le plus utilisé en raison de sa Simplicité. Ce type de glace emploie la technique de production de congélation par immersion dans un bain de saumure.

III.6.1.1. Mode de préparation :

➤ Fabrication en mouleaux

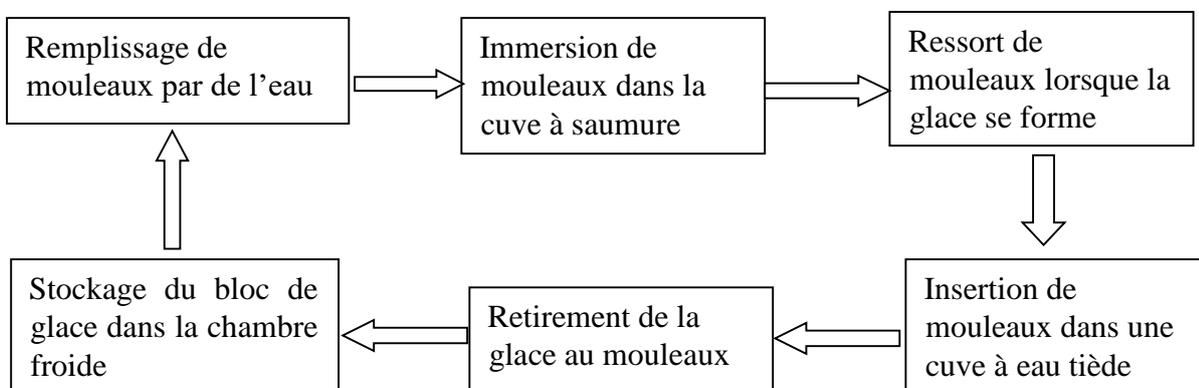


Figure 5 Etape de la fabrication d'un bloc de glace

Cette fabrication de glace de ce type est en fonction des trois matériels suivants qui sont : le bac à saumure, les mouleaux, l'évaporateur.

- **Le bac à saumure :**

Généralement, c'est un bac parallélépipédique isolé thermiquement rempli d'une eau fortement salée communément appelée saumure. C'est elle qui va refroidir les mouleaux. La saumure est composée d'une simple solution de sel. La température de congélation commençante de la saumure doit être plus basse que celle d'évaporation d'environ 5°C

- **Les mouleaux :**

Ce sont les contenants qui reçoivent l'eau qui doit être congelée en barres de glace. Ils sont en forme de pyramide tronquée à très faible angle au sommet pour faciliter le démoulage.

- **L'évaporateur :**

C'est l'appareil qui permet la production de froid, il fonctionne par évaporation d'un fluide frigorigène. En général, l'évaporateur refroidit la saumure entre -7 et -12°C.

Les grandes installations sont équipées : d'un dispositif de remplissage des mouleaux, d'un bac de démoulage rempli d'eau tiède favorisant le décollage des barres de glace, d'un système de basculement des mouleaux, d'un plan incliné ou table de délivrance permettant de recevoir et d'évacuer les barres de glace démoulés, d'un vérin qui permet l'avancée des rangées de mouleaux.

Le processus de réalisation des différentes opérations est facilité par un pont roulant et se compose :

1^{ère} étape: Remplissage des mouleaux par de l'eau. Après le remplissage, Le pont roulant 1 soulève une rangée de mouleaux et la transporte sous le cuve à saumure.

2^{em} étape: Insertion de mouleaux dans une cuve à saumure. Arrivée dans la cuve, l'eau est mélangée par la saumure pour accélérer la durée de congélation. Cette cuve est composée de machine frigorifique.

3^{em} étape: Lorsque la glace s'est formée dans les mouleaux, le pont les retire de la saumure.

❖ **La durée de congélation**

Elle dépend en général de la température de la saumure et de la masse de la barre de glace qui est fonction de ses dimensions. Elle peut être calculée grâce à la formule de Max Planck.

$$D = \left(\frac{3130}{t_s} \right) b (b + 0,036)$$

5

[7]

4^{em} étape: Il les plonge pendant une courte durée dans la cuve où circule de l'eau tiède (généralement recueillie à la sortie des condenseurs des machines frigorifiques).

Au contact de l'eau chaude, une mince couche fond sur la paroi interne du moule et provoque le détachement des barres de glace.

5^{em} étape: Retirement de la glace du moule après son essor dans la cuve à eau tiède

6^{em} étape: Stockage du bloc de glace dans la chambre à froide avant l'utilisation.

➤ **Avantage du type de glace en barre :**

L'avantage majeur des barres de glace est qu'elles sont facilement transportables et stockables dans les chambres froides prévues à cet effet ou dans un véhicule.

Ce stockage en chambre permet de faire face aux ruptures de production non prévisibles comme les pannes par exemple.

Cependant un inconvénient existe, c'est qu'il faut briser cette forme de glace par concassage pour son utilisation, ce qui entraîne le plus souvent la présence d'arêtes vives qui sont principalement responsables des blessures post captures des produits halieutiques.

III.6.2. Glace en paillette

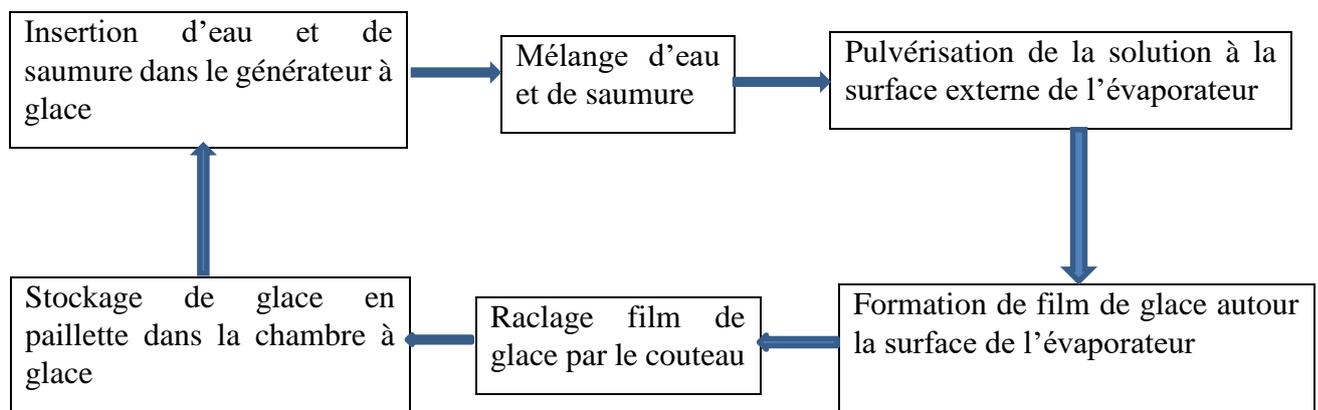


Figure 6 Figure étape de la fabrication de glace en paillette

La production de cette glace en paillette utilise un générateur à glace équipée de l'évaporateur. C'est dans ce générateur à glace que se déroule la production de cette glace. Dans ce type d'installation, l'évaporateur, de forme appropriée (par exemple cylindrique ou carré vertical), sa surface extérieure le lieu d'écoulement d'eau ; et la glace très fine (2 à 3 mm d'épaisseur) qui se forme est raclée en permanence par un couteau. La glace est recueillie sous forme d'écaille sèche, d'une superficie de 100 à 1000 mm.

Dans certains modèles le cylindre est rotatif et le couteau placé à la surface externe demeure immobile. Cette méthode présente l'avantage suivant : les surfaces de congélation et le mécanisme libérant la glace sont visibles et l'opérateur peut s'assurer que tout fonctionne de manière satisfaisante.

En revanche dans le cas où c'est le couteau qui est rotatif, le générateur de glace à cylindrique fixe à l'avantage de ne pas demander que les tuyaux d'arrivée et d'évacuation du fluide frigorigène soient pourvus d'une bague d'étanchéité rotative.

La température de la glace recueillie dépend essentiellement de la température du fluide frigorigène et de la durée de congélation.

On n'ajoute pas d'eau pendant une période donnée de la rotation du cylindre pour abaisser davantage la température de la glace formée.

La température du ff ainsi que la vitesse de rotation du cylindre sont variables dans ce type d'installation et tous ces facteurs affectent à la fois la capacité du générateur et l'épaisseur de la glace produite.

La température normale du ff dans un générateur de glace en paillettes varie entre -20 et -25 °C est donc nettement inférieure à la température d'autres générateurs. Signalons aussi que ce procédé n'exige pas de dégivrage et le détachement de la glace du cylindre n'augmente pas le besoin du froid.

Mais certaines machines de production de la glace en paillette ou en écaille utilisent de saumure qui est la dissolution de sel. Cette dissolution de sel est amenée par des tuyaux à mélanger avec l'eau dans la machine pour accélérer la congélation de l'eau en diminuant la température de l'eau. La concentration de la dissolution de sel est de 30l d'eau correspond au 5kg de sel.

Ce premier chapitre du processus de la production de glace industriel nous donne des connaissances sur les propriétés physiques et chimiques de la production de glace. Cette technique de production est en fonction du type de glace qu'on désire à produire. Pour la glace en barre, il utilise la technique de production de congélation par immersion dans un bain de saumure et pour la glace en paillette par utilisation d'un moteur à glace équipée d'un évaporateur cylindrique. Mais la quantité de glace nécessaire pour refroidir les produits à conserver est en fonction de deux sources de chaleur qui sont la chaleur dégagée par les produits et la chaleur du milieu extérieur et la circulation de la chaleur se fait de différentes façons thermodynamique de la conduction et la convection. Mais pour pouvoir produire la glace, on a besoin de machine équipée d'une machine frigorifique et le principe de cette machine qu'on voit au chapitre suivant.

Chapitre IV. MACHINE A GLACE

Section IV.1. Généralité

L'utilisation de la glace naturelle est la genèse de l'exploitation du froid par l'homme. L'Homme des pays tempérés s'est rapidement rendu compte que les denrées périssables pourraient être conservées dans de bien meilleures conditions l'hiver que l'été. La glace produite de cette époque était issue de :

- de régions froides de façon permanente et transportée sur de longues distances ;
- des pièces d'eau des régions tempérées gelées de manière discontinue, par le froid hivernal. Il était nécessaire de conserver cette glace dans des édifices particuliers les « glacières » dont les parois devaient être thermiquement isolantes
- l'instigation de l'homme, mais toujours de manière naturelle quand cela est possible. Ainsi, dans les pays au ciel très clair, on a pu produire de la glace dans des bassins largement ouverts vers le ciel. Le rayonnement thermique de l'eau permettait, dans certaines conditions atmosphériques, un refroidissement suffisant pour former de la glace.

Mais c'est au milieu de **XVIII^e siècle** le froid artificiel prendra naissance par la formation de glace à partir d'évaporation d'eau sous vide inventée par **William Cullen**. Ensuite **Olivier Evans** donne le **principe de fonctionnement d'une machine à compression**. En **1834**, **Jacob Perkins** dépose le **brevet de la première machine à compression utilisable**.

De nos jours, le froid est produit par divers moyens, ses applications sont multiples : dans la conservation des aliments notamment ceux halieutiques.

Section IV.2. Les éléments constitutifs d'une machine à glace :

IV.2.1. Cycle frigorifique :

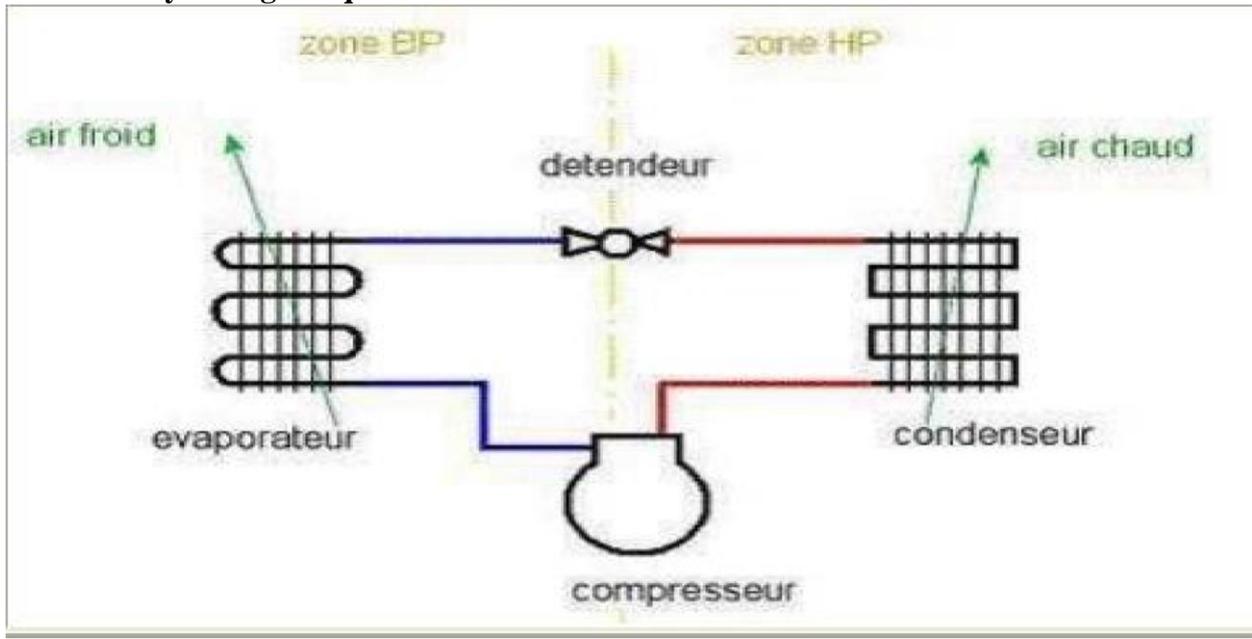


Figure 7 Cycle frigorifique

- Comme toute production de froid industriel, la production de glace artificielle nécessite l'utilisation des machines frigorifiques à compression de vapeur. Cette machine frigorifique pour la production de glace est composée 4 organes principaux : l'évaporateur, le Compresseur, le Détendeur et le Condenseur

IV.2.2. Evaporateur :

Les évaporateurs sont des échangeurs thermiques entre le fréon et le fluide à refroidir. Le fréon absorbe la chaleur de l'eau ; ce dernier se refroidit tandis que le fréon se vaporise. C'est un échangeur de chaleur dans lequel le fréon liquide à bas niveau de température et de pression va absorber la chaleur du milieu à refroidir (air ou eau) à pression constante devenant ainsi gazeux.

IV.2.2.1. Evaporateurs refroidisseurs d'air :

Ce sont des évaporateurs utilisés dans les chambres froides. Ils sont constitués par un faisceau en tube cuivre et en aluminium. Le faisceau est réalisé à l'aide d'un tube serpentín (échangeur de chaleur) permettant au fluide frigorigène de circuler avec la vitesse suffisante pour assurer le retour de l'huile entraînée au compresseur. Les

évaporateurs sont en général munis de ventilateurs qui permettent de souffler l'air sur les faisceaux en ailettes.

IV.2.2.2. **Evaporateurs refroidisseurs de liquide :**

Ils sont utilisés pour la réfrigération des liquides notamment les saumures qui servent à fabriquer la glace. Ils peuvent être constitués par un simple serpentin en tube lisse, épousant la forme de la cuve où ils sont placés pour refroidir. Ce procédé a l'avantage d'assurer un volant de froid de grosse importance en cas d'arrêt accidentel compresseur, mais il nécessite une installation compliquée (bac à solution incongelable, pompe de circulation, agitateur etc.).

IV.2.3. **Compresseur :**

C'est une machine qui aspire le fluide frigorigène qui est le fréon de température et de pression à l'état bas venant de l'évaporateur pour comprimer vers le condenseur à haute température et de pression..

IV.2.4. **Condenseur :**

C'est une machine d'échangeur de chaleur qui va permettre l'évacuation de la chaleur contenue dans le fréon gazeux issu du compresseur en le liquéfiant. Cette condensation ou liquéfaction est obtenue par le refroidissement du fréon gazeux à pression constante par un médium qui est l'eau. Elle assure l'échange thermique entre les fluides frigorigènes et les fluides de refroidissement. On distingue deux (02) principaux types de condenseurs :

- les condenseurs à air ;
- les condenseurs à eau.
 - **Condenseurs à air :** Le médium de refroidissement est ici l'air qui circule grâce à un ventilateur indépendant ou par une hélice fixée en bout d'un arbre du moteur sur le flasque de la poulie motrice du groupe moto compresseur.
 - **Condenseur à eau :**

Il répond bien pour la machine de production de glace parce qu'il est utilisé pour des puissances élevées.

IV.2.5. **Détendeur :**

C'est l'organe qui assure l'alimentation en fluide frigorigène de l'évaporateur. Le débit doit être réglé automatiquement de façon à répondre à tout instant aux besoins de l'évaporateur, besoins dépendant des apports calorifiques extérieurs .Les détendeurs les plus usuels sont :

Section IV.3. Principe de production de machine à glace :

IV.3.1.1. Glace en paillette :

Pour le principe de production de la glace en paillette ou en écaille, on utilise deux techniques de production. L'un utilise la technique traditionnelle équipée seul ses machines frigorifique et l'emploi de générateur à glace.

- Générateur de glace :

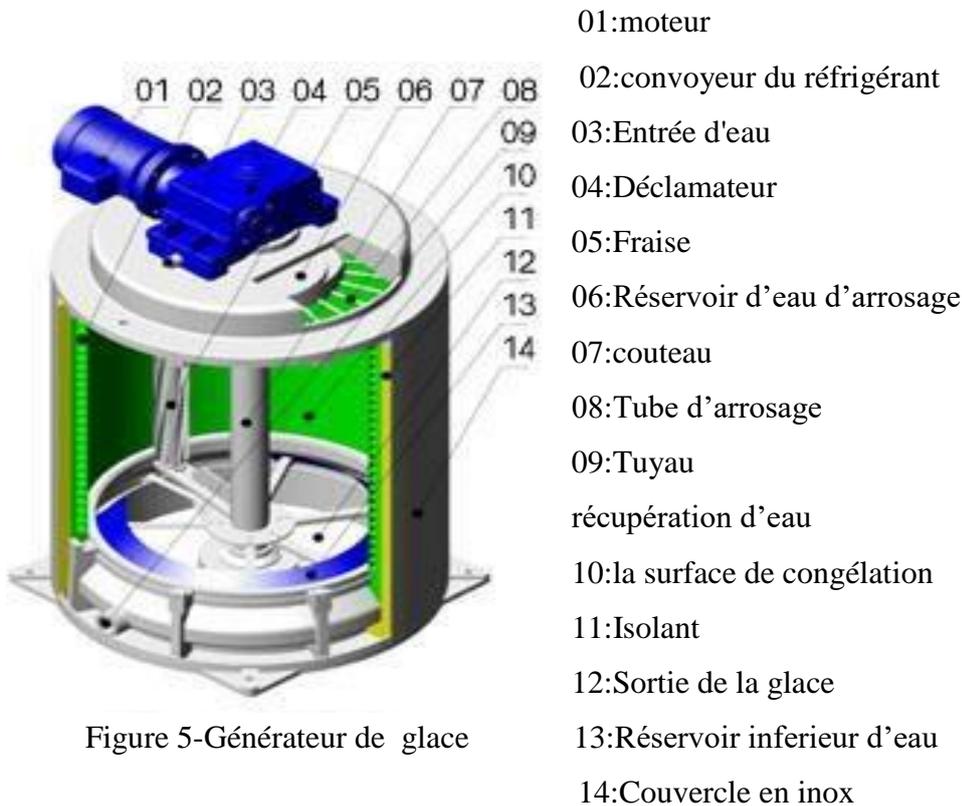


Figure 5-Générateur de glace

Comme démontré ci-dessous, la fraise, le réservoir d'eau d'arrosage, le couteau et le réservoir inférieur d'eau sont entraînés par le déclamateur et opèrent lentement dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Cette rotation est assurée par le moteur.

L'eau s'écoule dans le réservoir d'eau d'arrosage depuis l'entrée d'eau de l'évaporateur. Elle se répand ensuite uniformément sur toute la surface de congélation. La couche d'eau procède à l'échange thermique avec le liquide frigorigène. Sa température descend très rapidement pour former un film de glace dans la surface de congélation. Par l'extrusion de la fraise, le film se brise en plusieurs paillettes de glace. Celles-ci passent par la sortie et vont se stocker dans le réservoir de glace. L'eau non congelée retourne au réservoir inférieur d'eau au biais du tuyau de récupération et effectue un deuxième cycle. Cette technique utilise la fraise pour couper la glace d'évaporateur en rotation.



Photo 12 Système de congélation de glace avec un évaporateur cylindrique et un tuyau d'arrosage

On la fabrique en versant ou en pulvérisant de l'eau sur une surface réfrigérée qui présente souvent une forme de cylindre ou de tambour. L'eau gèle à la surface en formant de fines pellicules de glace, de 2 à 3 mm d'épaisseur. La glace sous-refroidie est détachée par raclage, ce qui la casse en petites particules ayant l'aspect d'éclats de verre. En règle générale, les particules de glace tombent directement du tambour dans un conteneur frigorifique de stockage. Le cylindre de refroidissement peut tourner à la verticale ou à l'horizontale. Cette technique utilise la racle pour essuyer la glace sur la surface extérieure de l'évaporateur.



Photo 13 Principe de raclage de glace congelé sur la surface de l'évaporateur

IV.3.2. **Bloc de glace :**

Ce type de production utilise aussi des machines frigorifique comme toute la production de froid. Il utilise aussi une chambre de congélation de glace avec le même principe de congélateur.

En effet, comme montré dans le schéma ci-dessus, le **réfrigérant**, sous forme de vapeurs en provenance de l'évaporateur, est aspiré par le **compresseur**. Ces vapeurs comprimées sont surchauffées puis refoulées vers le **condenseur** en passant par le séparateur d'huile qui a pour rôle de détacher les vapeurs des gouttelettes d'huile. Le **condenseur** refroidit ces vapeurs jusqu'à une température correspondant à la tension de vapeur saturante des vapeurs refoulées. Il les condense ensuite à une température constante. Le liquide qui en découle est récupéré dans le réservoir du **condenseur**. Cette chaleur de désurchauffe est enlevée par le médium de condensation qui peut être l'air ou l'eau. Le fluide frigorigène est envoyé maintenant se détendre dans le **détendeur**. Il subit ainsi une chute de pression provoquant d'une part sa vaporisation partielle et d'autre part un refroidissement jusqu'à la température de vaporisation du liquide restant. C'est une détente isoenthalpie c'est à dire que la quantité de chaleur à l'entrée du détendeur est égale à la quantité de chaleur à l'aval de celui-ci. Ce mélange fluide vapeur va enfin se vaporiser dans l'évaporateur par ébullition à la température correspondante la tension de vapeur saturante du fluide. Les vapeurs obtenues sont stockées dans le **réservoir** où elles vont être, à nouveau, aspirées par le **condenseur**. Le cycle recommence. Dans l'**évaporateur**, on fait passer de la **saumure** qui est aspirée à partir du bac à **saumure** (9) par une petite pompe (8). c'est cette saumure, avec une faible température qui va, par contact, refroidir les mouleaux contenant l'eau qui seront congelée pour donner de la glace.

Section IV.4. BILAN THERMIQUE :

La quantité de frigories nécessaire pour la formation de la glace est proportionnelle :

- à la masse de l'eau à congeler (m)
- à la chaleur massique de l'eau (c_e)
- à la différence de température à l'entrée et à la sortie du produit.

Outre la quantité de frigories nécessaire, il y a des apports calorifiques qu'il faut compenser.

Ces apports sont dus :

- aux parois de la chambre froide
- à l'ouverture et à la fermeture des portes

- au personnel qui rentre et qui sort de la chambre froide
- aux autres apports évalués à 5% des apports totaux

IV.4.1. Chaleur nécessaire à la congélation [8]

- Par refroidissement de l'eau de t_{ext} à t_o :

$$Q_1 = m \cdot C_e \cdot (t_{ext} - t_o) \quad 6$$

- Par Congélation :

$$Q_2 = m \cdot L \quad 7$$

- Par refroidissement après congélation

$$Q_3 = m \cdot C_g \cdot (t_o - t_{init}) \quad 8$$

La quantité de chaleur nécessaire à la congélation est donc de

$$Q' = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad 9$$

IV.4.2. Apports calorifiques des parois :

Ils sont proportionnels

- au coefficient global de transmission de chaleur des parois (K égal en général à 8 Kcal/m² .H⁻¹ .°C pour les chambres froides congelées à -20 et -30°C)
- à la surface des parois
- à $t_{ext} - t_{init}$

$$Q_P = K \cdot S \cdot (t_{ext} - t_{init}) \cdot 24h \quad 10$$

IV.4.2.1. Ouverture et fermeture des portes :

Cet apport dépend des conditions ambiantes extérieures et des conditions intérieures de la chambre froide. Il est donné par:

$$Q_0 = \frac{N}{v_a} \cdot V \cdot (h_{ext} - h_{int}) \quad 11$$

IV.4.2.2. Apports dus au personnel

$$Q_h = N2 \cdot C_h \cdot H \quad 12$$

Nous évaluons les autres apports à 5 % des apports totaux.

D'où la quantité totale de frigories nécessaire est de :

$$Q_t = (Q' + Q_p + Q_0 + Q_h)(1 + 0,05) \quad 13$$

Pour un fonctionnement de 20 heures/jour la quantité de froid à produire est donc de :

$$P = \frac{Q_t}{H} \quad 14$$

Avec H : nombre d'heures de marche du compresseur (20 heures par jours)

Section IV.5. PRINCIPE ACTUEL DE PRODUCTION DE LA SOCIETE REFRIGEPECHE :

Comme toutes les sociétés de la pêche industrielle qui utilise des bateaux pour avoir des produits, elle produit des glaces en écaille pour la conservation durant la marée et l'exportation des produits. Cette société produit de glace pour pouvoir atteindre ses objectifs de production. Il utilise trois machines à glace avec deux chambres de stockage

de glace comme de chambre froide équipée des machines frigorifiques pour sa conservation. Les bateaux de long line et de la pêche fond de cette société utilise la conservation en glace puisqu'ils n'ont pas de système de production de froid dans la cale poisson comme dans les bateaux de chalutiers. La production de glace de cette société est en fonction de besoin de glace de cette société. La machine fonctionne en permanence le jour et comme de nuit jusqu'au plein de chambre de stockage.

IV.5.1. Chambre à glace :

C'est la chambre de stockage et de conservation de glace avant son utilisation. Son volume est de 1500 m³. Sa température est inférieure à zéro degré entre -5 ° C pour maintenir la température de la glace. La température de la glace à la sortie de chambre de stockage est de 13 à -15 ° C. Cette chambre à glace emploie des machines de production frigorifique comme l'autre production de froid comme de compresseur diffuseur à vis, de l'évaporateur ventilé donc évaporateur refroidisseur d'air. Ce ventilateur a pour rôle de souffler l'air sur les faisceaux en ailettes de l'extérieur vers l'intérieur de la chambre.

IV.5.2. Machine à fabrication de glace :

Cette société utilise trois générateurs à glace pour la production des glaces en écailles. La production de chaque machine est de 2 à 2,5 T / jour. Cette machine emploie de la saumure et de solution de bicarbonate.

La saumure est employée pour accélérer la vitesse de la formation de glace en la mélangeant avec l'eau dans le réservoir d'eau. Cette saumure est préparée manuellement par les frigoristes chaque fois que son volume est presque épuisé. La solution de sel est aspirée par la pompe doseuse d'une durée déterminée que l'on varie en fonction du besoin de ce générateur.

La solution de bicarbonate sert l'antirouille de ce générateur à glace puisque la solution de sel accélère la formation de rouille sur les parois qu'il traverse.

A part le générateur à glace, il utilise les autres machines frigorifique avec l'évaporateur puisque il y a un évaporateur cylindrique dans le générateur à glace.

IV.5.3. Principe de production :

Le fluide frigorigène qui est le fréon de l'état liquide est comprimé à haute pression par le compresseur pour aller vers le condenseur. Arrivé au condenseur, ce fréon subit des phénomènes de condensation dans ce condenseur et il se transforme à l'état liquide par échange de température avec le medium. Après le liquide traverse le déshydrateur qui filtre l'éventuelle impureté et piège l'humidité, puis le voyant liquide. Le fréon arrive au détendeur qui permet la vaporisation partielle de liquide par abaissement brusque de la pression. Enfin le fréon entre dans le générateur à glace ou il subit de la vaporisation par l'évaporateur cylindrique qui tourne sur un axe vertical. La solution de saumure avec de l'eau dans le réservoir d'eau d'arrosage entre dans le tube d'arrosage pour arroser l'évaporateur. Elle se répand ensuite uniformément sur toute la surface de congélation. La couche d'eau procède à l'échange thermique avec le fréon Par l'extrusion de la fraise, le film se brise en plusieurs paillettes de glace. Celles-ci passent par la sortie et vont se stocker dans le réservoir de glace. L'eau non congelée retourne au réservoir inférieur d'eau par le biais du tuyau de récupération et effectue un deuxième cycle. Cette technique utilise la fraise pour couper la glace d'évaporateur en rotation. Chaque fois que le générateur à glace tourne, il y a l'entrée de la solution de bicarbonate dans ce générateur.

Il y a une autre pompe doseuse qui assure l'entrée de cette solution.



Photo 14 Machine à glace marque IMEF avec les pompes doseuses de saumure et de solution bicarbonate

Chapitre V. AUTOMATISME INDUSTRIEL

Section V.1. Généralité :

L'automatisme est un domaine scientifique très employé dans le domaine industriel. Il est formé par trois domaines d'étude qui sont l'électricité, la mécanique, l'électronique et l'informatique.

- Electricité : générateur, moteur, vanne, vérin, ampoule
- Mécanique : moteur à vapeur, pompe
- Electronique : capteur, microcontrôleur, téléphone, automate programmable
- Informatique : ordinateur, logiciel ou open source à programmer

Un appareil électrique ou mécanique est commandé par des outils électroniques grâce à des instruments informatiques.

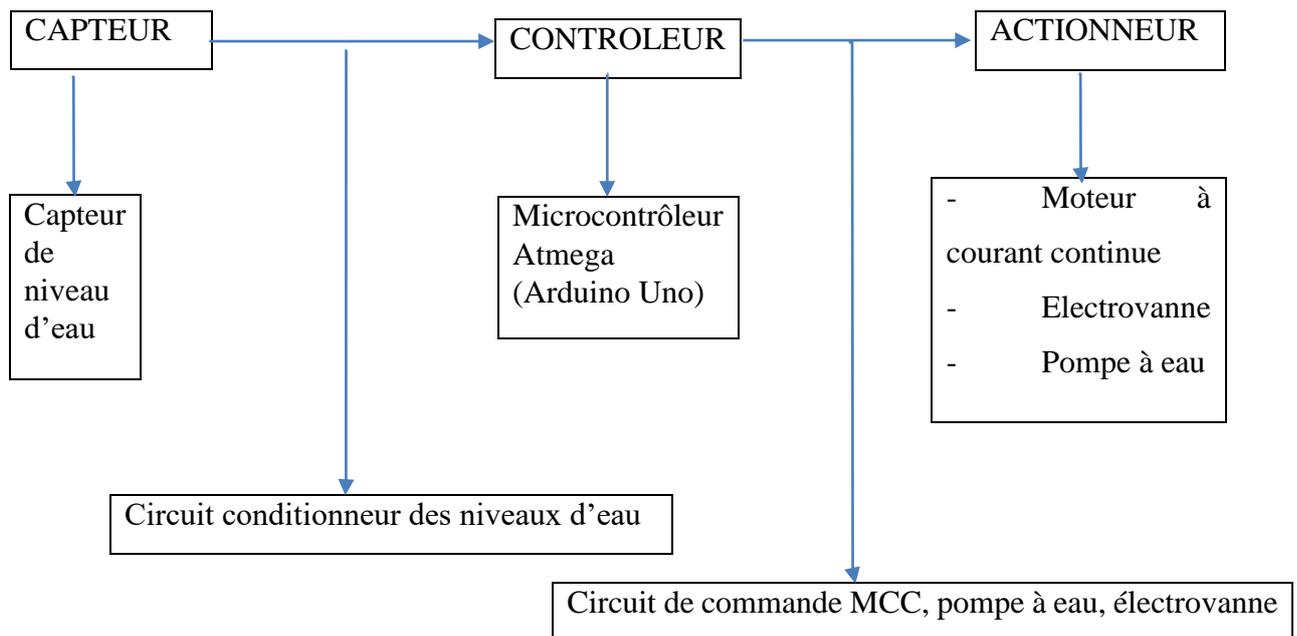
Comme un bras robotique est commandé par le microcontrôleur qui est programmé par le logiciel de l'ordinateur capté par le capteur de position et actionner par les servomoteurs.

- Bras robotique : système mécanique
- Ordinateur : instruments informatique
- Microcontrôleur, servomoteur et capteur de position : outils électroniques

L'automatisation d'un système est assurée par le système électrique. S'il n'y a pas de signal provenant du capteur qui entre dans le microprocesseur pour commander l'appareil, le système ne marche pas.

L'automatisation dissolution sel d'une machine à glace industrielle est une technique que nous propose la société Réfrigépêche pour améliorer la préparation de la dissolution sel employé dans le générateur à glace de la société. Cette technique emploie des machines qui sont composées de matériels de dernière technologie pour accélérer la préparation de cette dissolution. Ce matériel est groupé en deux qui sont le matériel pour l'automatisation de cette machine et le matériel de transport et de stockage.

Section V.2. Structure d'un système automatisée :



V.2.1. **CAPTEUR:** [9]

Composée des appareils qui servent à acquérir la mesure des grandeurs physiques. Elle assure la transmission de cette mesure comme des signaux ou l'information au système de commande. C'est un organe de mesure qui transforme la grandeur physique mesurée en grandeur électrique. Les grandeurs physiques à mesurer peuvent être :

- Mesures de présence : indique la présence d'un "objet" à proximité immédiate;
- Mesure de position, du déplacement ou du niveau : indique la position courante d'un objet animé d'un mouvement de rotation ou de translation;
- Mesure de vitesse : elle indique la vitesse linéaire ou angulaire d'un "objet";
- Mesure d'accélération, de vibrations ou de chocs;
- Mesure de débit, de force, de couples de pressions; Mesure de température.

V.2.1.1. **Différent type de capteur :**

Comme nous indique la figure de la structure d'un système automatisé, le capteur est divisé en deux types qui sont : capteur analogique et capteur numérique.

Mais c'est le premier qui nous intéresse puisque c'est le type de capteur TOR dans le type du capteur numérique que nous utilisons sur le projet.

V.2.1.1.1. Capteur TOR :

C'est un type de capteur qui permet de détecter un événement ou un objet lié au fonctionnement du système technique.

Le capteur émet un signal électrique de type logique c'est-à-dire deux niveaux : niveau logique 0 ou niveau logique 1.

- Niveau logique 0 : absence de système à détecter. Il est à l'état bloqué puisqu'il n'émet pas de signal électrique
- Niveau logique 1 : présence de système à détecter. Il est à l'état passant et il émet un signal électrique



Photo 15 Photo capteur de niveau

V.2.1.1.1. Caractéristique d'un capteur :

Pour mieux utiliser le capteur, il faut connaître les limites de son fonctionnement. Cette limite est en fonction de la caractéristique de capteur.

Les caractéristiques du capteur sont en fonction de leur sensibilité, de leur bande passante et de leur temps de réponse.

- Sensibilité : C'est une valeur qui donne la valeur d'une grandeur de sortie en fonction d'un mesurande. Elle est mesurée à partir de la formule suivante :

$$S = \frac{\Delta g'}{\Delta m'}$$

15

Avec : g est la grandeur de sortie et m est la mesurande

La sensibilité est en fonction de la fréquence de la mesurande. Si la mesurande est constant ou que sa variation au cours du temps est très lente, le capteur fonctionne

dans un domaine statique. En revanche, si la fréquence de la mesurande augmente alors la sensibilité peut varier. Le capteur est alors dans un régime dynamique.

- Bande passante :

La variation de sensibilité est caractérisée par la notion de bande passante. Elle est définie comme l'intervalle de fréquence dans lequel la sensibilité ne varie pas au-delà d'une limite en général fixé à -3 db. La caractérisation de la bande passante d'un système se déduit de l'étude du comportement dynamique de ce système. La théorie des systèmes linéaires montre que leur comportement est décrit par une équation différentielle à coefficient constant. Le premier cas possible est une équation différentielle du premier ordre du type :

$$\zeta \frac{dg(t)}{dt} + g'(t) = S_0 \cdot m(t) \quad 16$$

- Temps de réponse :

Il peut se décomposer en un temps de retard à la montée t_d et un temps de montée t_m , ainsi le temps de réponse d'un capteur est le temps :

$$t_r = t_d + t_m \quad 20$$

V.2.2. CONTROLLEUR :

C'est un organe de commande du système automatique. Il traite l'information provenant du capteur et il communique à la partie opérative en donnant des ordres.

La majorité de l'usine utilise des automates programmables mais au niveau de la réalisation du projet d'étude comme ceci, les étudiants utilise en majorité de microcontrôleur pour remplacer l'automate programmable en raison du coût et la manipulation de l'automate.

V.2.2.1. Microcontrôleur : [10]

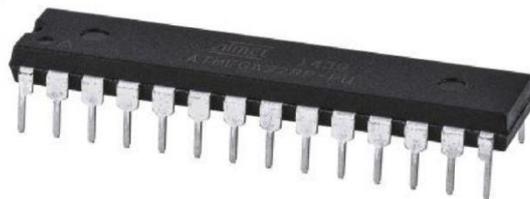


Photo 16 Microcontrôleur Atmega

C'est un composant électronique appelé circuit intégré qui ressemble les éléments essentiels de l'ordinateur à base de microprocesseur. Ce microprocesseur est un composant électronique qui exécute séquentiellement les instructions stocké dans le mémoire programme. Donc le cerveau de tout le système informatique. Il est capable d'opérer sur des mots binaires dont la taille en bits et celle du bus de donnée. Sur ce projet, on utilise une carte électronique de processeur de famille Atmega.

V.2.2.1.1. Un microprocesseur (C.P.U.) :

C'est un composant électronique qui exécute séquentiellement les instructions stocké dans le mémoire programme. Donc le cerveau de tout le système informatique. Il est capable d'opérer sur des mots binaires dont la taille en bits et celle du bus de donnée. Sur ce projet, on utilise une carte électronique à base de microcontrôleur à processeur de famille Atmega.

Carte Arduino :

C'est une carte électronique dont le cœur est un processeur d'Atmel de famille Atmega. C'est une carte qui permet au débutant en électronique de réaliser ses projets avec un peu de notion sur le circuit électrique qu'il aide sur le câblage de la plaque d'essai.

L'intérêt principal sur l'utilisation de la carte Arduino est leur faciliter de mise en œuvre. Les microcontrôleurs ont des performances réduites, mais sont de faible taille et consomment peu d'énergie, les rendant indispensables dans toute solution d'électronique embarquée.

Le système de la carte arduino est divisé en deux : le matériel et le logiciel.

❖ Le matériel :

C'est la carte électronique de l'arduino. Elle est composée de microcontrôleur avec des composantes électroniques qui assurent le bon fonctionnement de la carte. La carte est constitué de :

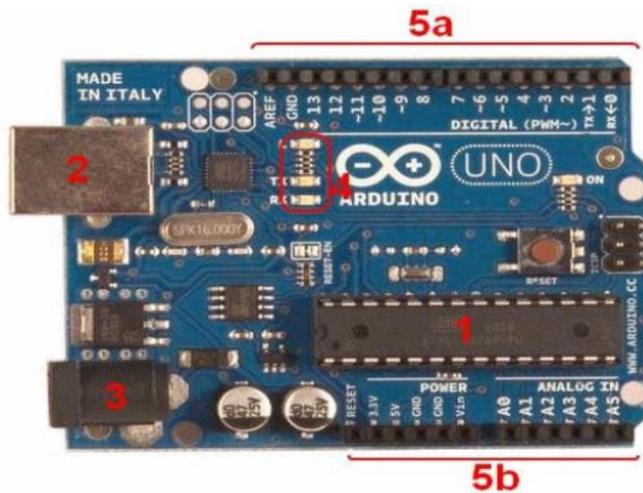


Photo 17 Constitution de la carte arduino

1 : Microcontrôleur : Il va recevoir le programme et le stocker dans sa mémoire puis l'exécuter.

2, 3 : Alimentation pour fonctionner, la carte a besoin d'une alimentation. Le microcontrôleur fonctionnant sous 5V, la carte peut être alimentée en 5V par le port USB (en 2) ou bien par une alimentation externe (en 3) qui est comprise entre 7V et 12V. Cette tension doit être continue et peut par exemple être fournie par une pile 9V. Un régulateur se charge ensuite de réduire la tension à 5V pour le bon fonctionnement de la carte.

4. Visualisation Les trois "points blancs" entourés en rouge sont des LED dont la taille est de l'ordre du millimètre. Ces LED servent à deux choses :

- Celle en haut du cadre : elle est connectée à une broche du microcontrôleur et va servir pour tester le matériel. Nota : Quand on branche la carte au PC, elle clignote quelques secondes.
- Les deux LED du bas du cadre : servent à visualiser l'activité sur la voie série (une pour l'émission et l'autre pour la réception). Le téléchargement du programme dans le microcontrôleur se faisant par cette voie, on peut les voir clignoter lors du chargement.

5a, 5b : La connectique La carte Arduino ne possédant pas de composants qui peuvent être utilisés pour un programme, mis à part la LED connectée à la broche 13 du microcontrôleur, il est nécessaire de les rajouter. Mais pour ce faire, il faut les connecter à la carte (en 5a et 5b). C'est grâce à cette connectique que la carte est "extensible", car l'on peut y brancher tous types de montages et modules ! Par exemple, la carte Arduino

Uno peut être étendue avec des shields, comme le « Shell Ethernet » qui permet de connecter cette dernière à internet

❖ Le logiciel :

De nos jours, l'électronique est de plus en plus remplacée par de l'électronique programmée qui est le système embarqué. Ce système a besoin d'un outil informatique pour programmer le logiciel. Ce logiciel est formé de l'interface à programmer et le langage de programmation.

L'interface :

C'est une fenêtre du logiciel qui sert à programmer. Elle est composée de :

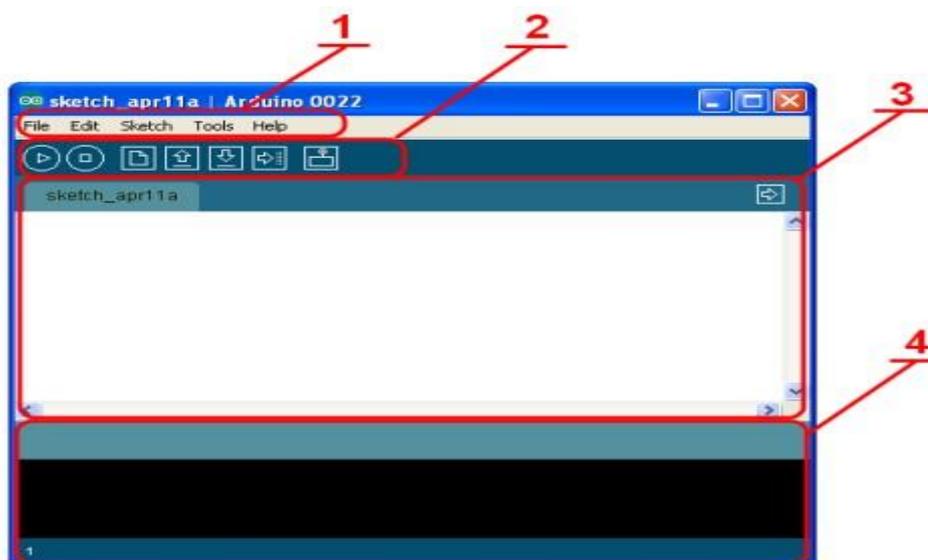
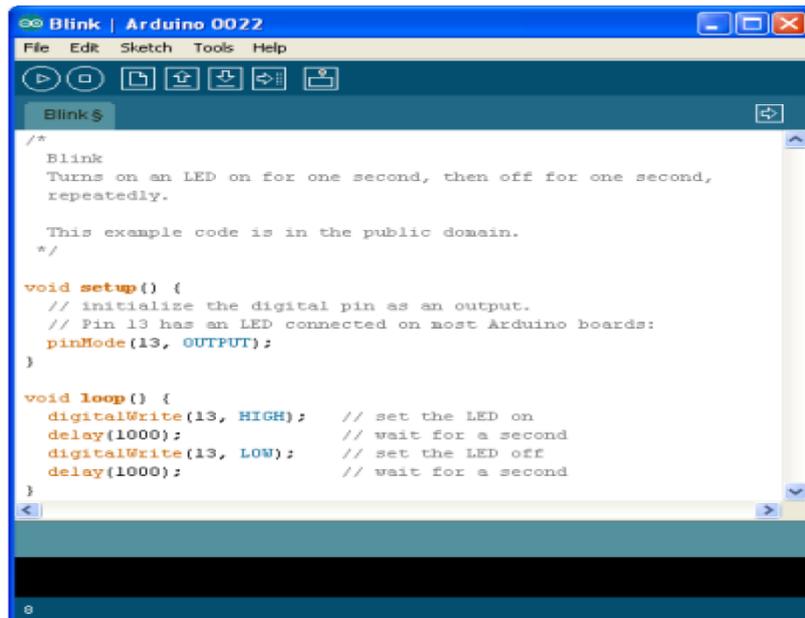


Photo 18 Fenêtre de l'interface du logiciel arduino(IDE)

- 1: options de configuration du logiciel
- 2: boutons pour la programmation des cartes
- 3: programme à créer
- 4: débogueur (affichage des erreurs de programmation)

Le langage de programmation :

La librairie employé par l'IDE arduino est une librairie java et un environnement de développement libre. Le logiciel fonctionne sur Macintosh, Windows, Linux, BSD et Android

A screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 0022". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar are icons for running, stopping, saving, and other actions. The main text area contains the following code:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second,
 * repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

Photo 19 Fenêtre avec le code de programmation

V.2.3. ACTIONNEUR :

Cette dernière partie concerne la mise en marche des actionneurs qui reçoit des ordres venant de la partie commande et l'exécute. C'est un élément capable de produire une action physique tel qu'un déplacement, un dégagement de chaleur, une émission de lumière. Il transforme l'Energie électrique en phénomène physique comme Energie mécanique.

Sur notre projet, le moteur à courant continue, l'électrovanne et la pompe à eau est actionné par la carte arduino par l'intermédiaire du module relais en transformant l'Energie électrique en Energie mécanique.

- Pour le moteur à courant continue : Energie mécanique pour la mise en rotation du mélangeur
- Pour l'électrovanne : Energie mécanique pour l'ouverture du clapet
- Pour la pompe à eau : Energie pour l'aspiration et la compression de la dissolution.

SCHEMAS DU PROJET

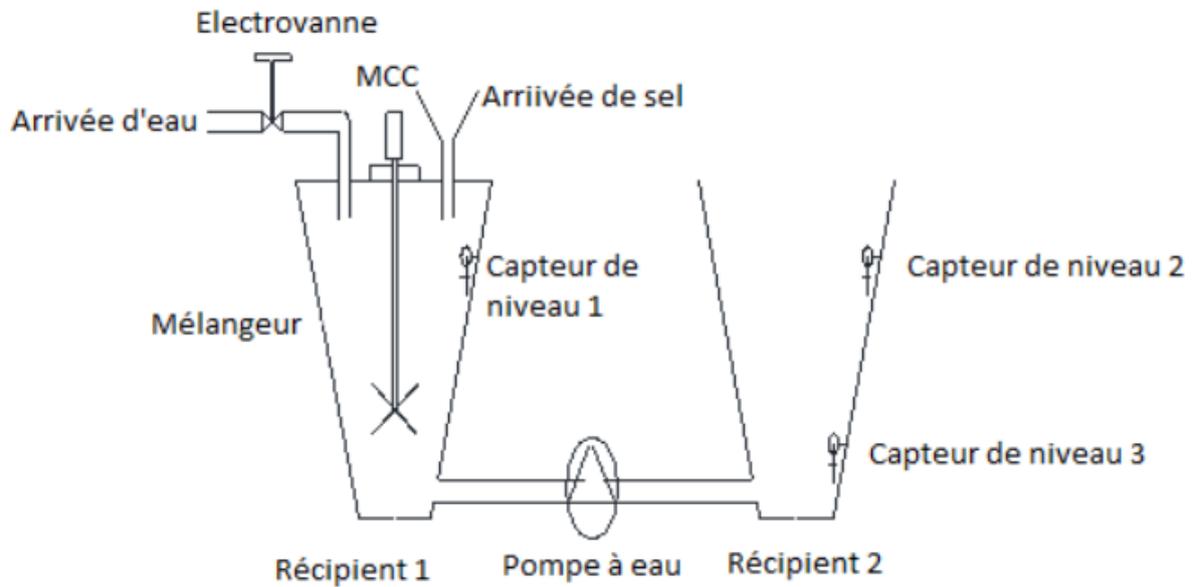


Photo 20 Photo du projet

Section V.3. CARACTERISTIQUES DES PIECES

Pour pouvoir réaliser une machine d'un projet d'étude, il est nécessaire d'utiliser des pièces à raccorder les uns aux autres pour atteindre notre objectif c'est-à-dire le bon fonctionnement pour acquérir le rôle de machine.

Tableau caractéristiques des pièces :

NOM	CARACTERISTIQUE	ROLE	PHOTO
Electrovanne	<ul style="list-style-type: none"> • Diamètre : • Alimentation : DC 12V 	Ouverture et fermeture automatique du circuit d'entrée de l'eau et la sortie de la dissolution sel dans le récipient	
Capteur de niveau		<p>Contrôle le niveau d'eau nécessaire pour la préparation de la dissolution de sel et le volume de la solution que le récipient</p> <p>peut le supporter. Assurer le contrôle du niveau bas dans le récipient 2 avant son utilisation</p>	

Tableau caractéristiques des pièces :

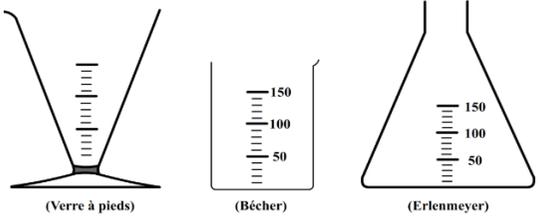
Tuyau PVC		Assure le transport et la distribution des liquides des systèmes	
Moteur Courant Continue MCC	Alimentation : DC 12V	Mélangeur de la dissolution sel	
Récipient	<ul style="list-style-type: none"> • Forme : Cône • Dimension on : • Capacité : 1,5 L 	Assure la préparation du mélange de la dissolution Stockage dissolution sel	 <p>(Verre à pieds) (Bécher) (Erlenmeyer)</p>

Tableau caractéristiques des pièces

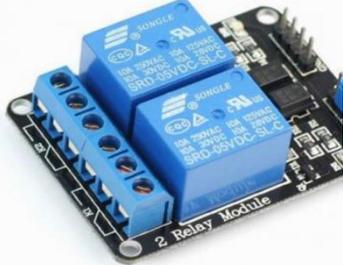
Relais	<ul style="list-style-type: none">• Type : numérique• Courant max : 10A(NO) 5A(NC)• Tension Max : 150VAC 24VDC• Signal de control : niveau TTL• Tension de transaction max : 250 VAC/ 30VDC• Courant de transition max 15A• Temps d'opération à tension nominal : 10 ms❖ Temps de relâchement (à tension nominal) :5ms	Interrupteur commande tension continue. Commande le moteur à courant continue et l'électrovanne	
---------------	---	--	---

Tableau caractéristiques des pièces :

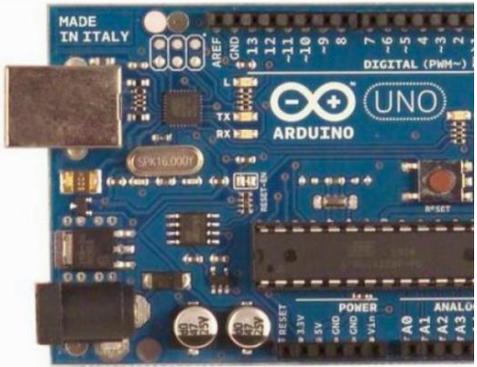
<p>Arduino</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microprocesseur : ATmega • Alimentation : 5V via port USB et 7 à 12V de connecteur alim • 14 broches d'E/S dont 6 PWM • 6 entrées analogiques • Intensité E/S 40 MA • Bus de série • Dimension : 74*53*15 mm 		 <p>A photograph of an Arduino Uno R3 microcontroller board. It is a blue PCB with various components including a USB Type-B port, a DC power jack, a reset button, and a black integrated circuit (ATmega328P). The board is labeled 'MADE IN ITALY', 'ARDUINO UNO', and 'DIGITAL (PIN-)'. It has 14 digital pins and 6 analog pins.</p>
<p>Pompe à eau</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentation : 12 V • Puissance : 3,6 W • Hauteur max : 300cm • Débit max : 240 L/ h 	<p>Evacuer la dissolution du récipient 1 vers le récipient 2 après le mélange</p>	 <p>A photograph of a small, black, rectangular water pump. It has two electrical wires, one red and one black, extending from the top. The pump is mounted on a metal base with two mounting holes.</p>

Tableau caractéristiques des pièces

Section V.4. Conclusion :

Nous avons vu sur dans cette partie le processus de la fabrication glace industrielle. L'étude de cette partie nous donne de la connaissance sur les propriétés physique et chimique de la glace, les caractéristiques des machines frigorifiques employées sur la fabrication de glace et les techniques d'automatisation industrielle qu'on doit employer au niveau de la production industrielle. Sur le premier chapitre, on a expliqué les propriétés de solidification de l'eau pour la convertir en glace. Puis dans ce deuxième chapitre les caractéristiques des machines frigorifiques nécessaires à cette fabrication. Et enfin au le dernier chapitre la technique d'automatisation industrielle que la société doit employer pour accélérer ce processus. Pour pouvoir appliquer l'automatisation au niveau de la fabrication de la glace industrielle, on fabrique une machine automatique de la préparation de dissolution de sel puisque cette technique reste manuelle au niveau de la production de cette société. Et la réalisation de cette machine qui est la dernière partie de notre devoir.

PARTIE III- REALISATION

Cette partie est consacrée à la réalisation de la machine automatique pour la préparation de la glace industrielle. Cette machine est réalisée pour accélération et le gain de temps au personnel sur le processus de cette préparation. Pour bien mener notre réalisation, nous essayons de voir en premier la photo et le principe du fonctionnement de la machine, ensuite le résultat expérimental du projet, et enfin le budget du projet et le budget de la réalisation par la société.

PHOTO ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

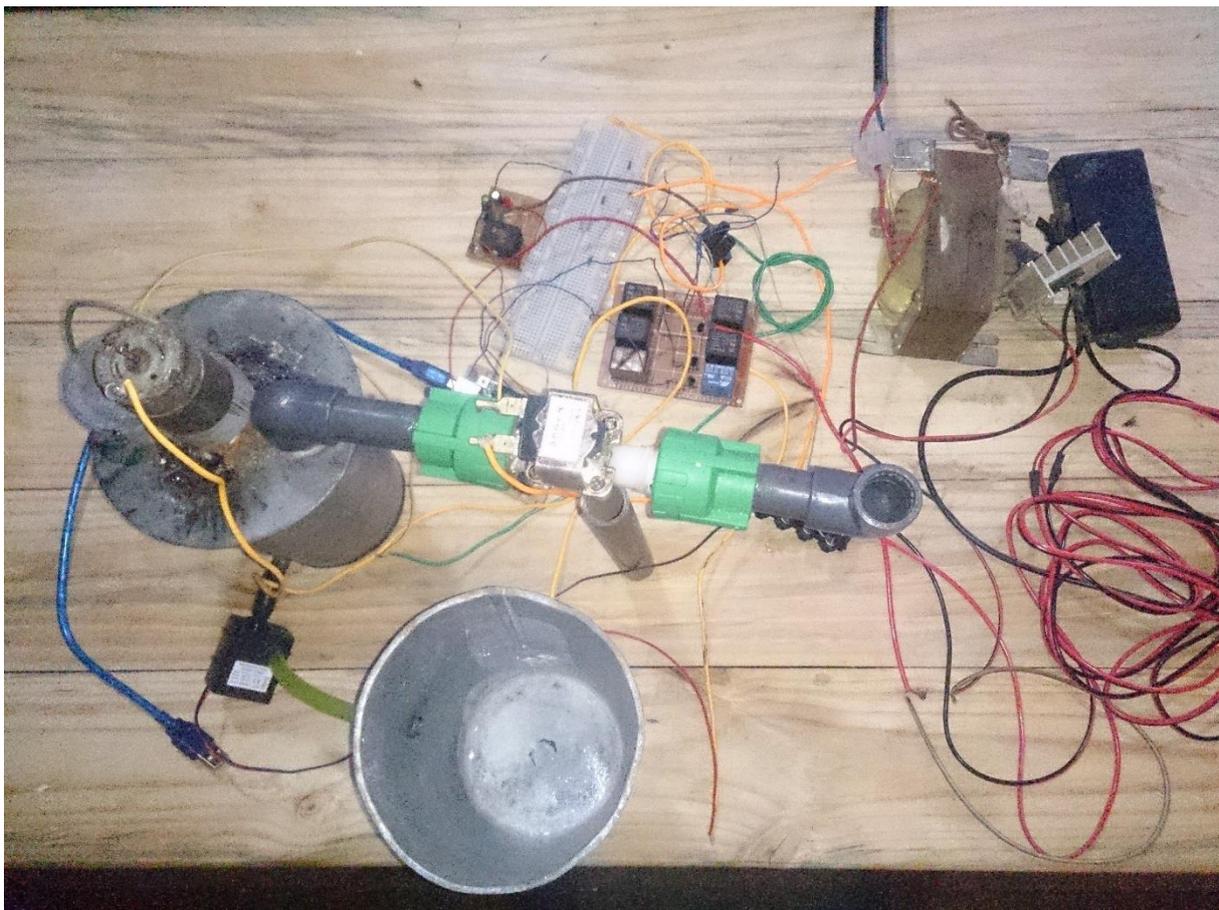


Photo 21 Machine à réaliser

Contexte générale :

Le principe de fonctionnement d'une machine est en fonction des matériels ou des pièces qui les constituent. C'est l'inventeur de la pièce qui définit le rôle de la pièce qu'il invente qui repose sur le principe de l'utilisation. L'invention d'une machine repose sur le principe de la fonction de cette machine et du domaine d'application.

La fonction de notre machine est de faire la dissolution du sel. Donc pour faire la dissolution, on a besoin de soluté et de solvant. Le soluté ici c'est le sel et le solvant est

l'eau. L'eau doit être amenée par un tube, on utilise ici d'un tuyau PVC. Pour le mélange de soluté au solvant, la machine doit être équipée de récipient de mélange et de mélangeur. Après, pour couper et passer l'entrée et la sortie de l'eau et de la solution, on utilise d'électrovanne commandé automatique. Pour assurer la commande automatique du système, on emploie une carte électronique arduino équipé en microcontrôleur et l'entrée et la sortie de signal. L'entrée provient du capteur et la sortie provient du microcontrôleur pour ordonner les actionneurs. Sur notre projet on utilise le capteur de niveau et les actionneurs sont des électrovannes et moteur.

Récipient : On utilise deux récipients sur cette machine. L'un pour le mélange la dissolution et l'autre pour le stockage de la solution avant son utilisation dans le générateur à glace. Ces deux récipients ont de capacité de 1,5 L.

Forme : en cône. Cette forme nous accélère le mélange de soluté et de solvant puisque la surface en bas de ce récipient est très petite et cela accélère le mélange de la solution comme le sel coulé au fond du récipient et il est tout près du mélangeur qui assure la rotation de l'eau et du sel.

Mélangeur :

Ce mélangeur assure le mélange de la dissolution en tournant la solution. Ce mélangeur est équipé d'un moteur, d'un arbre et d'une hélice.

Le moteur assure la rotation de l'arbre et l'hélice. L'arbre et l'hélice tournent et cela entraîne la rotation de la solution.

Principe de fonctionnement :

- 1^{ère} étape : Mise en marche de la machine

Quand on appuie le bouton marche, l'électrovanne s'ouvre et le moteur est en marche. L'électrovanne s'ouvre en laissant le passage de l'eau dans le réservoir. On inverse petit à petit le sel dans le récipient en même temps que le passage de l'eau. La marche du moteur accélère le temps de la dissolution du sel.

- 2^{èm} étape : Arrêt de l'électrovanne

Si le niveau maximal de l'eau est atteint, le capteur de niveau est activé et cela transmet le signal à la carte pour fermer l'électrovanne. Cette carte excite la bobine d'électrovanne pour fermer le clapet.

- 3^{èm} étape : Arrêt du moteur

Le temps de la dissolution du sel est de 1 min après la fermeture de l'électrovanne. Après cette durée, le moteur s'arrête.

- 4^{èm} étape : Mise en marche de la pompe à eau

L'arrêt du moteur active la mise en marche de la pompe. Cette ouverture permet l'évacuation de la solution du récipient1 vers le récipient2.

- 5^{ème} étape : Arrêt de la pompe à eau

Quand le niveau max du volume de la solution est atteint, le capteur de niveau2 émet de signal à la carte pour que la carte coupe le signal et arrête la pompe à eau.

- 6^{ème} étape : Ouverture l'électrovanne

Si le niveau minimal de la solution dans le récipient 2 est atteint c'est-à-dire le capteur de niveau3 est activé, il émet le signal à la carte pour activer la mise en marche l'électrovanne et le mélange se répète.

EXPERIENCE

Sur cette expérience, on désire d'évaluer la durée de la préparation de la dissolution de sel. Cette durée est en fonction de la durée de remplissage d'eau du récipient 1, la durée de mélange et la durée d'évacuation.

- ❖ Durée de remplissage :

Dans cette expérience, on utilise d'un litre de solvant d'eau. Cette durée est en fonction de la pression de l'eau venant de la source.

Expérience	Ouverture du robinet	Durée
1er	½ robinet	8s
2ème	¾ robinet	6s
3ème	Max	5s

Tableau 2 Durée de remplissage

- ❖ Durée de mélange :

Le mélange de cette dissolution est le solvant qui est l'eau et le soluté sel. La concentration de ce mélange est en fonction de l'utilisation et le type de générateur à glace qu'on utilise pour la préparation de la glace industrielle.

Cette durée est en fonction de la puissance de la puissance de moteur qui fait la mélange.

Pour le type de générateur que la société Réfrigépêche utilise est de 5kg de sel dans 30 L d'eau. Cela correspond :

167g de sel dans 1L d'eau

Expérience	Résidu sel	Durée	Photo du reste de résidu de sel
1 ^{ère}	Présence	1 min	
2 ^{ème}	Aucune	3 min	
3 ^{ème}	Aucune	2min	
4 ^{ème}	Présence	1,5 min	
5 ^{ème}	Présence	1,75 min	

Tableau 3 Durée du mélange

Durée de l'évacuation de la solution :

Cette durée de remplissage de la solution dans le récipient 2 avant son utilisation dans le générateur à glace. Cette durée est en fonction de la puissance de la pompe.

RESULTAT DE L'EXPERIENCE

L'expérience et les recherches menées au cours de ce projet ont permis de recueillir des résultats caractéristiques au niveau de la durée de préparation de la dissolution. Cette durée de dissolution est en fonction de la durée du remplissage du récipient 1, durée du mélange de solvant au soluté et la durée d'évacuation de solution dans le récipient 2.

❖ Durée de remplissage du récipient 1 :

Ce durée est en fonction de l'ouverture du robinet source d'eau de JIRAMA c'est-à-dire en fonction de la pression de l'eau. Mais durant de notre exposition, on utilise une bouteille d'eau qu'on presse pour notre source d'eau.

D'après le résultat de l'expérience, la durée de remplissage du récipient 1 est de $5s < t < 8s$. Mais durant l'exposition, on utilise une bouteille en plastique rempli d'eau, pour cette résultat, la durée de remplissage est de 25s.

❖ Durée du mélange :

Donc d'après ce tableau d'expérimentation, le temps du mélange de ces deux composées est de 2 min. A partir de cette durée que le soluté sel dissout dans le solvant l'eau. Avant cette durée, il y a encore un reste de dépôt de sel au fond du récipient.

❖ Durée de l'évacuation de la solution :

D'après l'expérience pour ce type de pompe, la durée de l'évacuation de cette dissolution est de 20s.

La durée de la préparation de la dissolution de sel est de 2min 30s.

BUDGET DE PROJET

Après l'étude expérimentale du projet ce qui nous permet de définir les matériels ou pièces mis en jeu sur la réalisation de ce projet, la première idée dans notre tête est le budget de la réalisation du projet. Mais pour permettre de bien définir ce budget, il faut connaître le prix de chaque matériel et d'en faire la somme. La somme de ce prix définit le budget du projet.

Matériels	Nombre	Prix unitaire en Ar	Montant en Ar	Rôle
Arduino Uno	1	50.000	50.000	Commande le processus de fonctionnement machine
Câble de prototypage	1	10.000	10.000	Communication des composants avec la carte Arduino
Plaque d'essai	1	15.000	15.000	Raccordement de tout circuit électronique de la machine
Electrovanne	1	15.000	15.000	Assure le passage de l'eau dans le récipient 1
Capteur de niveau	3	10.000	30.000	Arrêt le passage de l'eau si le niveau de l'eau est atteint
Tuyau PVC	1	10.000	10.000	Canal en PVC de véhicule d'eau
Colle PVC	1	10.000	10.000	Assure le raccordement du tuyau et la coude
Raccordement tuyau	4	2.500	10.000	Assure le raccordement de tuyau et l'électrovanne
Coude PVC	2	1.000	2.000	Assure la canalisation d'eau
MCC 12V	1	5.000	5.000	Mélangeur de la dissolution

Récipients Mélangeur	+	1	20.000	20.000	Assure la préparation et le stock de la dissolution
Module Relais		1	20.000	20.000	Interrupteur électronique commander par l'Arduino pour la mise en marche de l'actionneur alimenter 12V
Bouton poussoir		1	500	500	Assure la mise en marche de la machine
Chargeur 12V		1	20.000	20.000	Alimentation des actionneurs
Câble		1	10.000	10.000	Raccordement des actionneurs à l'alimentation
Pompe submergé		1	30.000	30.000	Assure l'évacuation de la solution du récipient 1 au récipient 2
			Total	272.500	

Tableau 4 Prix matériel

D'après ce tableau, le budget de la fabrication de cette machine est de 257.500 Ar ou 1.287.500 Fmg.

CONCLUSION GENERALE

La production de glace industrielle ne cesse pas d'augmenter au niveau de la société à activité de pêche industrielle comme Réfrigépêche. Mais d'après notre étude, l'application de l'automatisme industrielle est le moyen nécessaire pour augmenter le taux de production. Cette machine réduit la durée de la préparation de saumure en diminuant l'apport du personnel pendant la préparation.

L'étude de processus de fabrication de glace industriel nous donne des informations sur les caractéristiques de la transformation d'état de la matière première qui est l'eau pour avoir une glace.

Puisque cette nouvelle machine est utilisée pour compléter la machine à glace comme cette société utilise, l'étude de cette machine à glace est nécessaire et cette étude nous explique le principe de fonctionnement sur les tâches que chaque machine a fait.

La méthode du versement du sel dans cette nouvelle machine reste manuelle. Il est alors envisagé d'automatiser ce processus de versement en utilisant d'un vérin et de moteur vibrante. Es ce que cette amélioration est nécessaire ?

BIBLIOGRAPHIE

[1]	Archive société Réfrigépêche, février 2018
[2]	Caractéristique du bateau Réfrigépêche, février 2018
[3]	Document maintenance électrique naval, service Electrique Réfrigépêche
[4]	Andoniaina Hobimalala RANDRIAMANALISOA, <i>Optimisation de la production d'une fabrication de glace en barres avec logiciel "Glacier"</i> , page 3, 4, 5
[5]	Bertho Serge <i>MEVOGUEZO</i> , <i>Implantation d'une unité de fabrication de glace alimentaire dans la région de Thies</i> , Juillet 1994, page 47
[6]	Sylla Louis SARR, <i>La chaine de froid en amont de la filière pêche industrielle au, Sénégal</i> , 09 Avril 2009, page 35
[7]	Cours Philippe Meyne, <i>Généralité sur les capteurs</i> , Faculté des sciences et technologies de l'Université Paris 12 Val de Marne, Septembre 2008
[8]	Monsieur Bourgeon Andy Marlon, <i>cours Microcontrôleur</i> , 2017

ANNEXE

Annexe 1 : Caractéristique de la saumure

Propriétés générales de la saumure au chlorure de sodium

Masse volumique à 15 °C [kg/L]	Température de solidification [°C]	Chaleur massique à 0 °C [kcal/kg.K]
1	0	1,001
1,01	-0,9	0,973
1,02	-1,8	0,956
1,03	-2,6	0,941
1,04	-3,5	0,927
1,05	-4,4	0,914
1,06	-5,4	0,901
1,07	-6,4	0,889
1,08	-7,5	0,878
1,09	-8,6	0,867
1,1	-9,8	0,857
1,11	-11	0,848
1,12	-12,2	0,839
1,13	-13,6	0,83
1,14	-15,1	0,822
1,15	-16,6	0,814
1,16	-18,2	0,806
1,17	-20	0,798
1,175	-21,2	0,794

Source : L. MIRONNEAU, *Fabrication de la glace. Glace hydrique, glace eutectique*, p. 309

Annexe 2 : Propriété R22

Propriété physique	Propriété chimique
Température de fusion= -146° C	Formule chimique : CHClF ₂
Température d'ébullition=-41° C	
Solubilité dans l'eau à 25°C=3g/ L	
Masse volumique=1,21g/cm ³	
Température d'autoinflammation=632° C	
Pression de vapeur saturante à 20°C=908° C	
Point critique= 49,7 bar ; 96,15° C	

Annexe 3

Température de congélation en fonction de densité de saumure

% NaCl en poids de solution	Densité	NaCl g/l de solution	H ₂ O g/l de solution	NaCl g/1000 g d'eau	TEMPERATURE DE CONGELATION
1	1.0053	10	995	10.10	
2	1.0124	20	992	20.41	- 1.2
3	1.0196	31	989	30.93	- 1.9
4	1.0268	41	986	41.67	- 2.5
5	1.0340	52	982	52.63	- 3.18
6	1.0413	62	979	63.83	- 3.5
7	1.0486	73	975	75.27	- 4.7
8	1.0559	84	971	86.96	- 5.1
9	1.0633	96	968	98.90	- 6
10	1.0707	107	964	111.11	- 6.6
11	1.0782	119	960	123.60	- 7.8
12	1.0857	130	955	136.36	- 8.3
13	1.0932	142	951	149.43	- 9.95
14	1.1008	154	947	162.79	- 10.2
15	1.1085	166	942	176.47	- 11.4
16	1.1162	179	938	190.48	- 12
17	1.1240	191	933	204.82	- 13
18	1.1319	204	928	219.51	- 14
19	1.1398	217	923	234.57	- 15.5
20	1.1478	230	918	250.00	- 16.2
21	1.1559	243	913	265.82	- 17.5
22	1.1640	256	908	282.05	- 19
23	1.1722	270	903	298.70	- 20.7
23.31	1.1780	275		303.92	- 21.12
					TEMPERATURE D'APPARITION DU DIHYDRATE
24	1.1804	283	897	315.79	- 15.8
25	1.1888	297	892	333.33	- 8
26	1.1972	311	886	351.35	- 1.5
26.43	1.2008	317	883	359.25	0,1

Densité des saumures

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
LISTE DES TABLEAUX	ii
LISTE DES FIGURES	ii
LISTE DES PHOTOS	iii
LISTE DES ABREVIATION	iv
LISTE DES SIGLES	vi
SOMMAIRE.....	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Partie I-	2
PRESENTATION GENERALE DE L’ETABLISSEMENT.....	2
D’ACCUEIL ET DU PROJET.....	2
Chapitre I. ETABLISSEMENT D’ACCUEIL	3
Section I.1. DESCRIPTION DE LA SOCIETE :.....	3
I.1.1. Activités :	3
I.1.2. PATRIMOINE SOCIETE.....	4
I.1.2.1. BATEAUX : [2].....	4
I.1.2.2. SIEGE SOCIAL :	11
Chapitre II. DEROULEMENT DE STAGE	14
Section II.1. ATELIER DE STAGE :	16
Section II.2. ACTIVITE DURANT LE STAGE :	17
II.2.1. Stage d’initiation :.....	17
II.2.2. Stage d’application :	17
II.2.3. Electricité naval :	17
II.2.3.1. Matériel : [3]	19
Section II.3. PRESENTATION DU PROJET.....	23
II.3.1. CONTEXTE GENERAL.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.2. PRESENTATION DU THEME :	23
II.3.2.1. OBJECTIF :	24
II.3.2.2. -INTERET DE LA SOCIETE :	24
II.3.2.3. INTERET PERSONNEL :.....	25
II.3.2.4. VALEUR AJOUTEE :	25
PARTIE II- PROCESSUS DE	27
LA FABRICATION GLACE INDUSTRIELLE	27
Chapitre III. MODES DE PRODUCTION DE GLACE.....	28

Section III.1. Introduction :	28
Section III.2. Matière première :	28
III.2.1. L'EAU : [4]	28
III.2.1.1. Différentes états de l'eau :	28
III.2.1.2. Quelques propriétés:	29
III.2.2. Saumure : [5]	29
Section III.3. Changement d'état :	30
III.3.1. Chaleur sensible :	30
III.3.2. Chaleur latente :	30
III.3.3. Diagramme de phase :	30
Section III.4. Généralité mode de transfert de chaleurs:	31
III.4.1. Par conduction :	31
III.4.2. Par convection : [5]	31
Section III.5. Besoins frigorifiques pour la fabrication de la glace :	32
III.5.1. Chaleur massique d'un corps ou chaleur spécifique	32
III.5.2. Chaleur de solidification.....	33
Section III.6. Différent type de glace et ses modes de productions :	33
III.6.1. Glace en barre.....	33
III.6.1.1. Mode de préparation :	33
III.6.2. Glace en paillette	35
Chapitre IV. MACHINE A GLACE	38
Section IV.1. Généralité	38
Section IV.2. Les éléments constitutifs d'une machine à glace :	39
IV.2.1. Cycle frigorifique :	39
IV.2.2. Evaporateur :	39
IV.2.2.1. Evaporateurs refroidisseurs d'air :	39
IV.2.3. Compresseur :	40
IV.2.4. Condenseur :	40
IV.2.5. Détendeur :	40
Section IV.3. Principe de production de machine à glace :	41
IV.3.1.1. Glace en paillette :	41
IV.3.2. Bloc de glace :	43
Section IV.4. BILAN THERMIQUE :	43
IV.4.1. Chaleur nécessaire à la congélation [8].....	44
IV.4.2. Apports calorifiques des parois :	44
IV.4.2.1. Ouverture et fermeture des portes :	45

IV.4.2.2. Apports dus au personnel	45
Section IV.5. PRINCIPE ACTUEL DE PRODUCTION DE LA SOCIETE REFRIGEPECHE :	45
IV.5.1. Chambre à glace :	46
IV.5.2. Machine à fabrication de glace :	46
IV.5.3. Principe de production :	47
Chapitre V. AUTOMATISME INDUSTRIEL	48
Section V.1. Généralité :	48
Section V.2. Structure d'un système automatisée :	49
V.2.1. CAPTEUR: [9]	49
V.2.1.1. Différente type de capteur :	49
V.2.2. CONTROLEUR :	51
V.2.2.1. Microcontrôleur : [10]	51
V.2.3. ACTIONNEUR :	55
Section V.3. CARACTERISTIQUES DES PIECES	56
PARTIE III-REALISATION	62
PHOTO ET PRINCIPE DE FONCTIONEMENT :	63
EXPERIENCE.....	65
RESULTAT DE L'EXPERIENCE	67
BUDGET DE PROJET	67
CONCLUSION GENERALE	70
BIBLIOGRAPHIE	I
ANNEXE.....	II
TABLE DES MATIERES.....	I
PAGE DE RENSEIGNEMENT.....	4
RESUME.....	5
Mots clés.....	5
ABSTRACT	5
Keywords.....	5

PAGE DE RENSEIGNEMENT

Nom et Prénom : RAZAKARIA Audin Narès



Adresse : Lot 26 plle 11/43 Carreau N°2 Andranomadio Toamasina

Tel : 0334534348/ 0349370918

E-mail : audinnares@gmail.com / naresaudin@gmail.com

Titre : Automatisation de la dissolution de sel d'une machine à glace industrielle

Directeur de mémoire : RANAIVOSOA Mamitiana Lalaonirina Olivette

E-mail : olivetteranaiivosoa@gmail.com

RESUME

La production des glaces industrielle pour la conservation des denrées alimentaires est déjà maîtrisée. Néanmoins, les matériels employés pour cette production nécessite l'application des machines automatiques qui ne se limite pas à remplacer les personnels mais à l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité avec une réduction du cout de mains d'œuvre.

Ce projet de mémoire consiste principalement à la réalisation d'une machine capable de préparer la dissolution de sel qui est l'un de matière première de la fabrication de glace industrielle.

Mots clés : froid, glace, automatisme, saumure, fluide, frigorigène, eau, sel, industriel

ABSTRACT

Industrial ice area production for the conservation of foodstuffs is already under control. Nevertheless, the equipment used for this production requires the application of automatic machines which is not limited to replace the stuff but to increase productivity, improving quality with a reduction in the workforce. Project of memory mainly to the realization of a machine able to prepare the dissolution of salt, which is one of raw material of the manufacture of the industrial ice cream.

Keywords: cold, ice, automatism, brine, fluid, refrigerant, water, salt, industrial.

