

**Université Sidi Mohammed Ben
Abdallah Faculté des Sciences et
Techniques – Fès**

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme de Licence Sciences et Techniques Spécialité : Conception et
Analyse Mécanique**

**Maintenance et amélioration d'un système de
palettisation et conception d'un convoyeur**

Présenté par :

-MOHAMED BOUZAID

-MOHAMED SALAH

NMICHI

Encadré par :

**- MR Abdelouahhab JABRI, Professeur département Génie Mécanique,
FST Fès**

- MR SALAH BARBAR, chef du service de maintenance

Effectué à : BRANOMA FES

Soutenu le : 15 juin 2015

Le jury: -Mr. Ahmed EL KHALFI

- Mr. Abdelouahhab JABRI, Professeur à la FST de Fès

Année Universitaire : 2014-2015

Sommaire

Résumé	7
Remerciement	8
Introduction générale	9
Chapitre I : présentation de la société et son processus de fabrication	10
I. Introduction :	10
II. Présentation de la société BRANOMA :	10
1. Historique de BRANOMA	10
2. Fiche d'identification	11
3. Activités de BRANOMA	11
4. Organigramme fonctionnel	12
5. Organigramme de bloc technique.....	13
III. Processus de fabrication de la bière	13
1. Le maltage	14
2. Le concassage	14
3. Le brassage	14
4. La fermentation.....	14
5. La maturation	14
6. La filtration.....	14
7. Le conditionnement.....	15
IV. Organisation et fonctionnement des machines de conditionnement	16
.1 Dépalettiseur :	16
.2 Décaisseuse :	16
3. Laveuse des caisses :	16
.4 Laveuse bouteilles :	16
.5 Mireuse :	16

6. Soutireuse :	16
7. Inspectrice1 :	17
8. Pasteurisateur :	17
9. Etiqueteuse :	17
.10 Inspectrice2 :	17
.11 Dateuse :	17
12. Encaisseuse :	17
13. Palettiseur :	17
V. Conclusion	17
Chapitre II : analyse fonctionnelle du système de palettisation et conception du convoyeur de caisses	18
I Introduction :	18
II. Démarche de l'étude du projet :	18
1. Analyse fonctionnelle	19
a Diagramme de bête à corne	19
b. Diagramme pieuvre (graphe des interactions)	20
c. Analyse besoin-produit :	21
2. Fonctionnement :	21
3. Décomposition fonctionnelle :	21
a L'élévateur :	22
b. La tête de chargement :	23
c. La table d'accumulation des caisses :	25
d. Transporteur des palettes :	26
III. Conception d'un palettiseur	26
IV. Conclusion :	31
Chapitre III : Application de l'étude AMDEC sur le palettiseur	32
I. Introduction	32
II. Généralité sur la démarche AMDEC	32

III. Réduction des pertes de production dans la zone palettisation par application d'AMDEC :	32
1. Initialisation.....	32
2. Définition du système à étudier	33
3. Détermination de l'objectif à atteindre	33
4. Estimation de la criticité	33
a. Indice de fréquence F :.....	33
b. Indice de gravité G :.....	33
c. Indice de détection D.....	34
.5 Calcul de la criticité C.....	35
a. Classification des composants selon leurs criticités :.....	38
b. Diagramme de Pareto :.....	38
6. Actions correctives	39
7. Elaboration d'un plan de maintenance de référence :.....	40
Conclusion et perspectives	42

Liste des figures

Figure 1 : organigramme fonctionnelle.	12
Figure 2 : organigramme de bloque technique.	13
Figure 3 : processus de fabrication de la bière.	13
Figure 4: groupe de conditionnement.....	15
Figure 5 : diagramme de l'étude.	18
Figure 6 : diagramme bête à corne.	19
Figure 7 : diagramme de pieuvre.....	20
Figure 8 : diagramme d'analyse besoin produit.....	21
Figure 9 : l'élévateur.....	22
Figure 10 : la tête de chargement.....	23
Figure 11 : vérin pneumatique (double effet).....	24
Figure 12 : rôle du vérin.....	24
Figure 13 : construction du vérin.....	25
Figure 14 : table d'accumulation.....	25
Figure 15 : système convoyeur utilisé.....	26
Figure 16 : rouleaux du convoyeur.....	27
Figure 17 : illustration du convoyeur à rouleaux charge de la transportation des caisses.....	27
Figure 18 : poulie.....	28
Figure 19 : arbre a poulie.....	28
Figure 20 : moteur.....	29
Figure 21 : support des corrois.....	29
Figure 22 : vérin.....	30
Figure 23 : assemblage du système.....	30
Figure 24 : système complet.....	31
Figure 25: diagramme de Pareto.....	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : l'historique de la société.	10
Tableau 2 : Fiche technique.	11
Tableau 3 : Indice de fréquence.	33
Tableau 4 : Indice de gravité.	34
Tableau 5 : indice de défection.	34
Tableau 6 : calcul de criticité.	35
Tableau 7 : classification des équipements critiques en ordre décroissant.	38
Tableau 8 : actions corrective.	40
Tableau 9 : élaboration d'un plan de maintenance de référence.	41

Résumé

Dans une politique visant l'amélioration de la disponibilité des équipements et l'accroissement de leur productivité, BRANOMA du Maroc de Fès a identifié un ensemble d'opportunités d'amélioration des performances de leurs processus de fabrication. Dans ce sens, il nous a été proposé dans le cadre de notre projet de fin d'étude, effectué au sein de BRANOMA Fès, intitulé : «**Maintenance et amélioration d'un système de palettisation et conception d'un convoyeur**».

Dans ce cadre, la démarche suivie dans la réalisation de ce projet consiste en premier lieu à effectuer une explication fonctionnelle des différentes machines de conditionnement. En deuxième lieu à établir une analyse fonctionnelle du système de palettisation, qui va nous permettre d'identifier les éléments critiques à partir du calcul de la criticité obtenue par la méthode AMDEC. Par la suite nous allons établir un plan d'amélioration des pertes en proposant des actions correctives.

Remerciement

Ce stage de fin d'étude a été effectué à la société BRANOMA. On tient à exprimer notre gratitude la plus profonde à Mr Salah Barbar responsable du service maintenance de la société BRANOMA, pour son encadrement, sa collaboration, son soutien continu tout au long de notre stage et surtout pour sa disponibilité et ses directives toujours constructives.

A l'issue de ce travail, on tient à remercier chaleureusement notre encadrant Mr Abedelouahhab Jabri, d'avoir accepté d'encadrer notre projet de fin d'étude et pour ses conseils, sa sympathie, sa disponibilité et son aide considérable pour la rédaction de ce rapport.

On remercie également Mr Aniss Filali, PDG de la société BRANOMA, pour son accueil et la confiance qu'il nous a accordé dès notre arrivée dans l'entreprise.

On adresse nos vifs remerciements à nos familles, pour le soutien et la patience qu'elles nous ont témoignée, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de BRANOMA pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long de cette période de stage.

Introduction générale

L'industrie aujourd'hui, et notamment l'industrie de «process » qui traite en continue les matières premières pour fabriquer des produits à des degrés divers de finition, est une industrie développée, ayant depuis des années franchies des seuils importants en matière de productivité et de technicité.

Pour cette raison, le processus de fabrication en continu et en chaîne, nécessite une organisation de travail, afin que l'entreprise atteigne ses objectifs qui se résument en suit: assurer une bonne sécurité pour les personnels et les équipements, rendre le plus possible les machines fiables et disponibles, avoir le minimum des pannes et maximum de production par jour et garder la fiabilité de la clientèle avec une meilleure qualité.

Cette organisation de travail est améliorée jour par jour, et se présente dans la préparation et la planification des tâches réalisées de la maintenance. Cette amélioration se base sur la diminution des pannes par l'implantation de la maintenance préventive, au sein de service de la maintenance pour dépasser les travaux de dépannage et réparations traditionnelles, et arriver jusqu'à prévoir tous les problèmes et les anomalies et empêcher leur apparition.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, on a effectué notre stage à BRANOMA FES. Tout d'abord, nous allons bien visualiser le système de tout les cotés, ensuite nous allons décomposer la machine en des sous éléments et analyser le fonctionnement de chaque organes. Puis, nous allons faire une étude AMDEC sur notre système (palettiseur) qui va nous aider à traiter les pannes qui peuvent arriver, et par la suite suggérer des solutions bénéfiques. Enfin, nous allons établir un plan de maintenance préventive.

Notre rapport se constitue de trois grandes parties. La première est consacrée à la présentation du groupe des brasseries du MAROC en particulier BRANOMA FES, et le processus de fabrication de la bière tout en incluant les différents outils de production.

Dans la deuxième partie, on va parler de l'analyse fonctionnelle et la conception d'un palettiseur. Puis, dans la troisième partie on va réaliser une étude AMDEC sur notre système afin d'identifier les pannes et proposer des solutions correctives

Chapitre I : présentation de la société et son processus de fabrication

I. Introduction :

La société des Brasseries du Nord Marocain " BRANOMA" fait partie du groupe SBM (Société des Brasseries du Maroc) qui se trouve à Casablanca.

BRANOMA est une société anonyme composée de deux centres : un centre Fès qui a une grande importance par rapport au deuxième centre (celui d'Oujda) au niveau de la distribution, la gestion de la production, la prise de décision et il a des relations directes avec la direction générale du groupe à Casablanca.

En effet le centre de Fès s'est spécialisé dans la fabrication et la production du liquide. En 1919, un groupe français « Castel » a créé la société BRANOMA, depuis le 02 / 09 / 1948 BRANOMA de Fès a commencé son activité par le lancement du premier brassin.

II. Présentation de la société BRANOMA :

1. Historique de BRANOMA :

Depuis sa création l'entreprise a évolué (Tableau 1) représente son évolution :

Tableau 1 : l'historique de la société.

1919	Création de la société des brasseries du Maroc, exerçant son activité dans le domaine de la fabrication et la vente de la bière et des boissons gazeuses
1948	Création de Brasserie du Nord marocain (BRANOMA) par les Brasseries et Glacières Internationales (BGI)
1974	Introduction de la société à la Bourse de Casablanca
1975	Entrée de la Société Nationale d'Investissement (SNI) dans le capital BRANOMA lors de la marocanisation
1999	Prise de contrôle du groupe ONA de BRANOMA à travers sa participation dans la SNI
2001	Certification ISO 9002 version 1994.
2002	Certification HACCP
2003	Certification ISO 9001 version 2000 et acquisition du group de brasseries du Maroc par le group français CASTEL.
2004	Transfert du siège social à une plus grande implantation équipée d'une nouvelle usine avec moyens sophistiqués.
2005	Certification de suivi, suit au déménagement à la nouvelle usine

2. Fiche d'identification :

Le tableau suivant représente les caractéristiques générales de la société :

Tableau 2 : Fiche technique.

Raison sociale	Brasserie du Nord Marocain.
Statut juridique	société anonyme (S.A)
adresse	Rue Ibn El khateb Sidi Brahim Quartier industriel FES BP 2100
Surface totale	30 500 m ² .
Capital social	50 000 000 dh
Actionnariat	société des brasseries du Maroc et autres
Date de mise en service	1947
Effectifs	151 personnes
Capacité de production	200 000 HL/an

3. Activités de BRANOMA :

✓ L'activité Vin :

L'activité Vin représente 1,9% du chiffre d'affaires de la société. La société commercialise les vins achetés à SVCM ainsi que des vins importés auprès du Groupe Castel. En volume, BRANOMA a commercialisé 2 255 HL de vin en 2011, dont 2 199 HL de vin achetés à SVCM.

✓ L'activité Eau minérale :

L'activité Eau minérale représente 2,9% du chiffre d'affaires et a enregistré un taux de croissance annuel moyen de 417,6% sur la période étudiée en raison du lancement de l'eau Ain Ifrane. En 2010 Société des Brasseries du Maroc a acquis la société Euro-africaine des eaux (EAE) qui exploite la source de Ben Smim et a procédé au lancement de la nouvelle eau de source baptisée

Ain Ifrane en juillet 2010. BRANOMA commercialise cette eau dans la région du Nord du Maroc. En 2011, BRANOMA a commercialisée 64 629 HL d'eau minérale.

✓ **L'activité Autres :**

Cette activité comprend principalement la commercialisation de la boisson Fayrouz (qui a été arrêtées en 2012) et la vente de déchets.

4. Organigramme fonctionnel :

La société s'organise selon l'organigramme suivant :

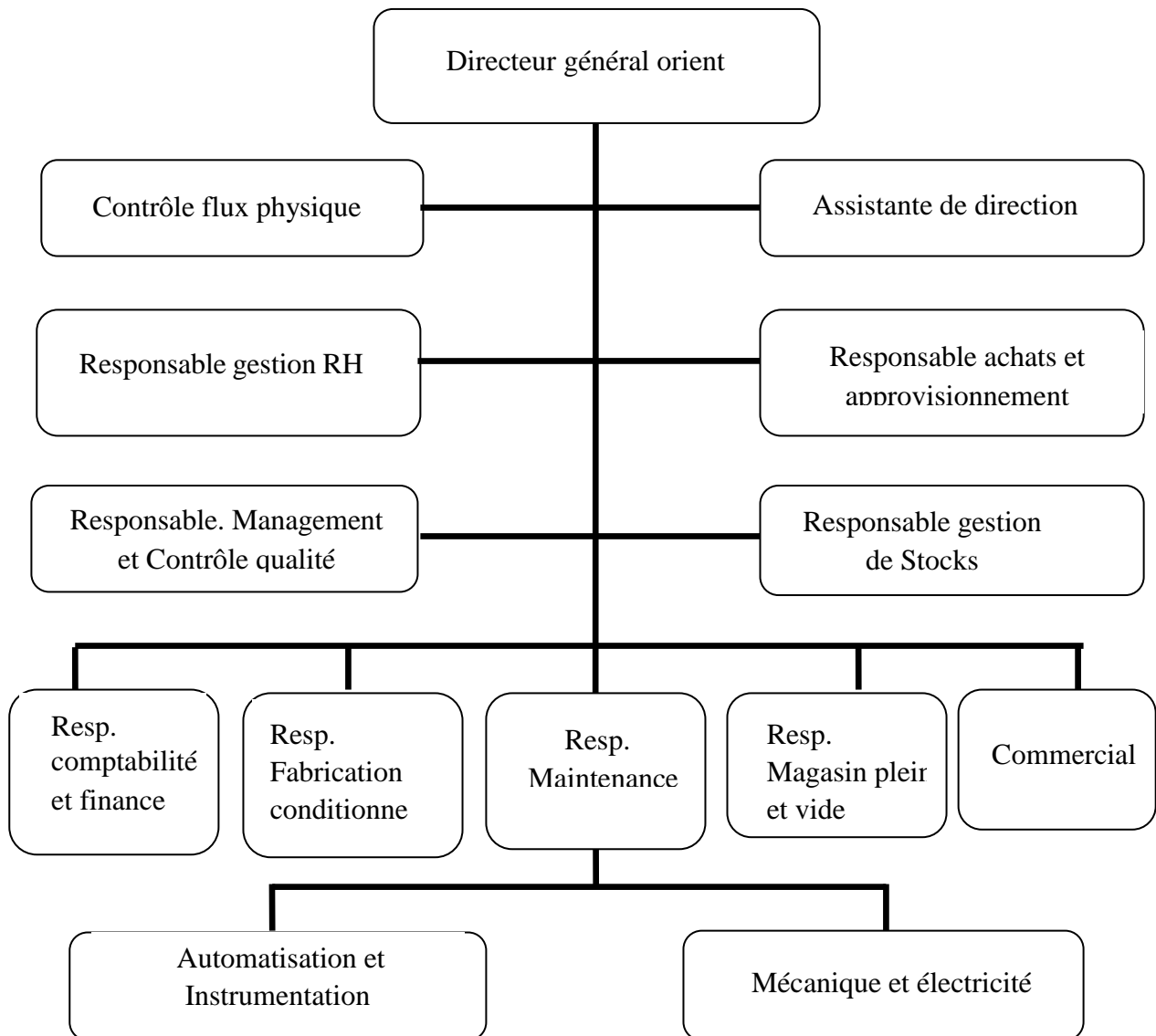


Figure 1 : organigramme fonctionnelle.

5. Organigramme de bloc technique :

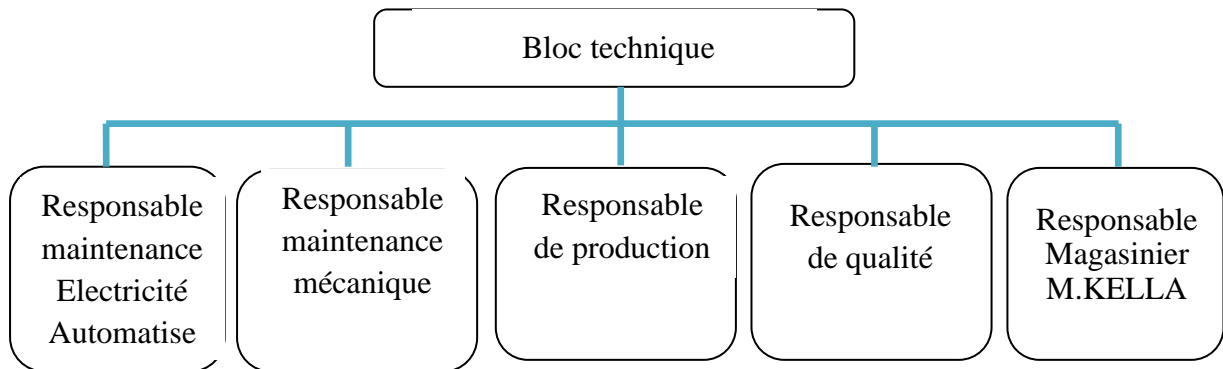


Figure 2 : organigramme de bloque technique.

III. Processus de fabrication de la bière :

La fabrication du produit nécessite le processus suivant :

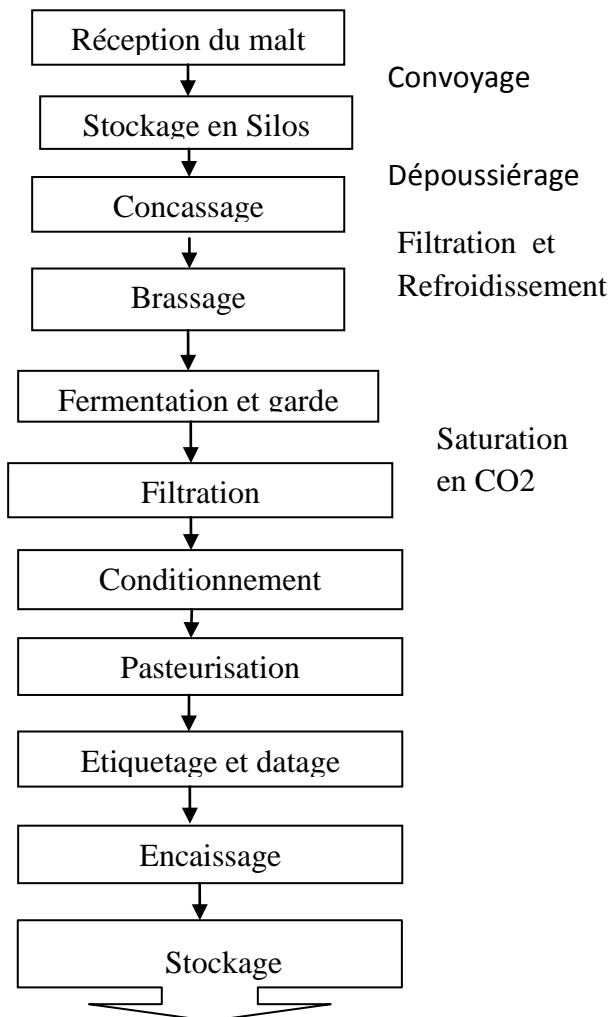


Figure 3 : processus de fabrication de la bière.

1. Le maltage :

C'est la seule opération qui s'effectue dans les unités de «malterie» à l'extérieur de BRANOMA de Fès. Actuellement, l'orge est transformée en malt par une malterie à Casablanca. Le maltage a pour but de développer dans l'orge toutes les enzymes capables de transformer l'amidon en sucres fermentescibles

2. Le concassage :

La fabrication de la bière commence par le concassage du malt. Le but de cette opération est de faire éclater les grains du malt, en évitant de faire de la farine. Les enveloppes des grains doivent rester entières, afin de constituer un lit filtrant pour l'opération de filtration. Il existe plusieurs types de moulins équipés d'un cylindre de distribution permettant une alimentation homogène des grains sur les cylindres de mouture.

3. Le brassage :

L'objectif de brassage est d'obtenir à partir des matières premières, un moût sucré et aromatisé qui, par la suite subira à une fermentation alcoolique. Plusieurs facteurs influencent la qualité et le rendement de brassage : la qualité du malt, la composition de l'eau de brassage, le rapport eau/versement, le PH de la Maîche.

4. La fermentation :

A la sortie du refroidisseur, le fermenteur est saturé en oxygène obtenu par purification d'air à travers une membrane permettant la filtration des micro-organismes pour éviter toute contamination possible du moût. Après aération, suit l'étape d'ensemencement du moût ; Il s'agit d'injection de la levure qui se trouve dans les levuriers. La quantité de la levure à ajouter est de $25 \cdot 10^6$ cellules/ml du moût.

5. La maturation :

C'est une étape de maturation pendant laquelle la bière subit dans les tanks fermés une seconde fermentation qui lui permet de s'affiner et de s'équilibrer; sucres et levures continuent de réagir, tout en produisant du gaz carbonique et la bière prend tous ses arômes. C'est également durant la garde que la bière va se clarifier et acquérir naturellement de la brillance.

6. La filtration :

La filtration est l'opération qui est nécessaire pour éliminer la levure et les particules colloïdales et pour donner à la bière la limpidité et la brillance recherchées. En général, la bière n'est pas absolument débarrassée de toutes les cellules de levure.

Après la filtration, la saturation avec CO₂ se fait au moyen d'appareils appelés saturateurs (sous forme d'un long serpent) juste à la sortie du filtre, elle peut se faire par :

Injection de CO₂ dans la bière après filtration.

Saturation au soutireuse.

7. Le conditionnement :

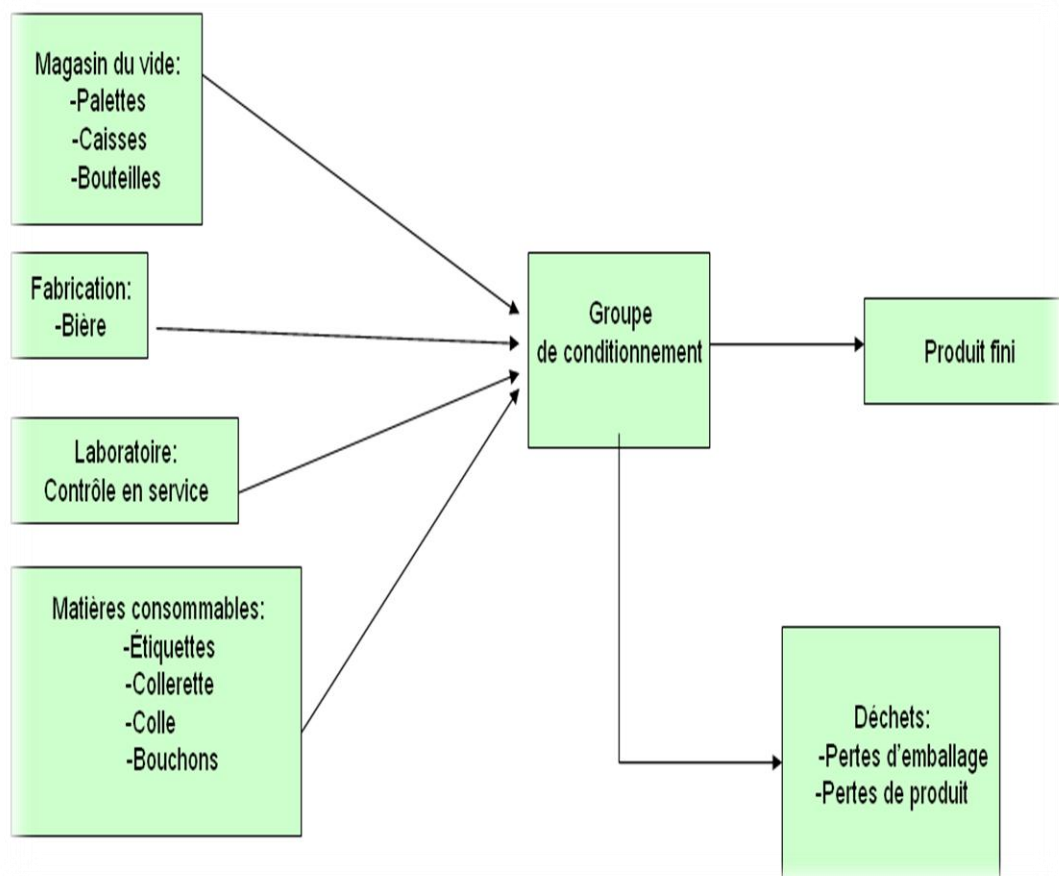
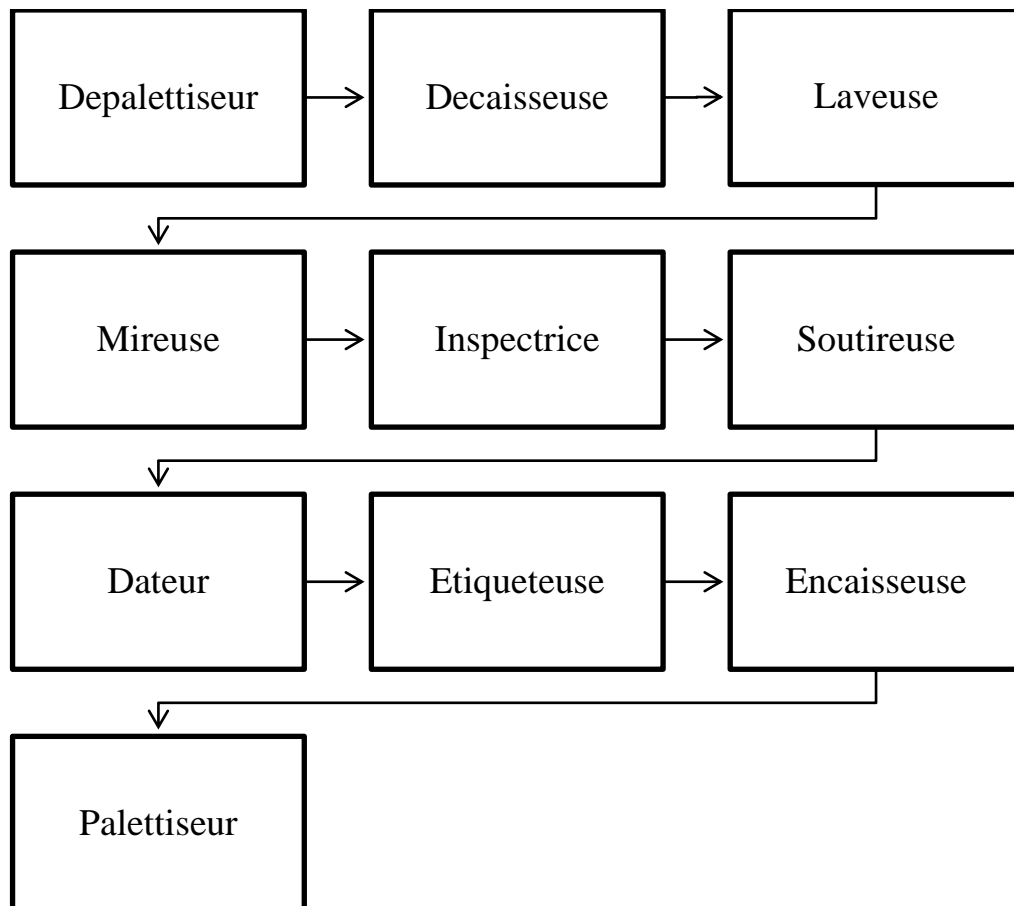


Figure 4: groupe de conditionnement.

IV. Organisation et fonctionnement des machines de conditionnement :

Le conditionnement passe par plusieurs machines dans l'embouteillage suivant un cheminement bien défini :



1. **Dépalettiseur** : Déchargement des palettes (Dans une palette 56 caisses).
2. **Décaisseuse** : Déchargement des caisses (Dans une caisse 24 bouteilles).
3. **Laveuse des caisses** : alimentation de l'encaisseuse par des caisses prêtes pour usage.
4. **Laveuse bouteilles** : Avant la mise en bouteille du produit. Toutes les bouteilles subissent un lavage grâce à la laveuse bouteilles (avec de l'eau chaude 70°C mélangée avec de la soude caustique).
5. **Mireuse** : Contrôle de la qualité de lavage: les bouteilles ébréchées, sales, ou avec corps étrangers... sont éjectées à la sortie de la machine pour être ensuite soit recyclées soit cassées.
6. **Soutireuse** : Remplissage des bouteilles par le produit sous une pression de CO₂, et bouchage des bouteilles par des bouchons.

7. **Inspectrice1** : Contrôle le niveau du produit dans les bouteilles ainsi que le bouchage.
8. **Pasteurisateur** : Une fois les bouteilles remplies et bouchées, elles passent dans le pasteurisateur afin d'éliminer les micro-organismes présents
9. **Étiqueteuse** : Consiste à coller des étiquettes sur les bouteilles afin que chacune puissent porter le nom d'une marque pour sa commercialisation.
10. **Inspectrice2** : Contrôle les étiquettes, les collerettes, bouchons, et le niveau de remplissage de la bière dans les bouteilles. Les bouteilles non conformes éjectées sont soit recyclées s'il s'agit de défaut habillage, ou vidangées s'elles sont mal remplies.
11. **Dateuse** : Impression de la date du jour et celle de la péremption pour chaque bouteille.
12. **Encaisseuse** : Chargement des bouteilles dans des caisses.
13. **Palettiseur** : qui s'occupe du rangement des caisses pleines sur palette.

V. Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons fait une présentation générale de la société, ses produits et ses domaines d'activités ainsi que l'organisation et le fonctionnement de chaque machine dans le secteur de conditionnement. Dans le chapitre suivant, nous allons présenter une analyse fonctionnelle du système palettiseur.

Chapitre II : analyse fonctionnelle du système de palettisation et conception du convoyeur de caisses

I. Introduction :

La palettisation fait partie des systèmes de manutention qui se sont le plus développés au cours des trois dernières décennies. Elle consiste à grouper un certain nombre de colis sur un support : la palette, l'opération de groupage est faite par un palettiseur.

Au début, les colis étaient mis à la main sur les palettes, les postes de palettisation étaient donc manuels et étudiés de façon que les opérateurs aient un minimum de mouvements à effectuer pour leur permettre de bons rendements. Mais très vite, il a fallu aménager ces postes pour les rendre moins pénibles et améliorer les conditions de travail. Les industriels ont alors imaginé des postes manuels perfectionnés qu'ils ont améliorés de plus en plus, et c'est alors que sont apparus sur le marché des appareils de palettisation, d'abord semi-automatiques, dans lesquels l'opérateur doit effectuer un travail de rangement ou un travail de commande de mécanisme, puis complètement automatiques, c'est-à-dire pouvant travailler sans la présence d'un opérateur.

II. Démarche de l'étude du projet :

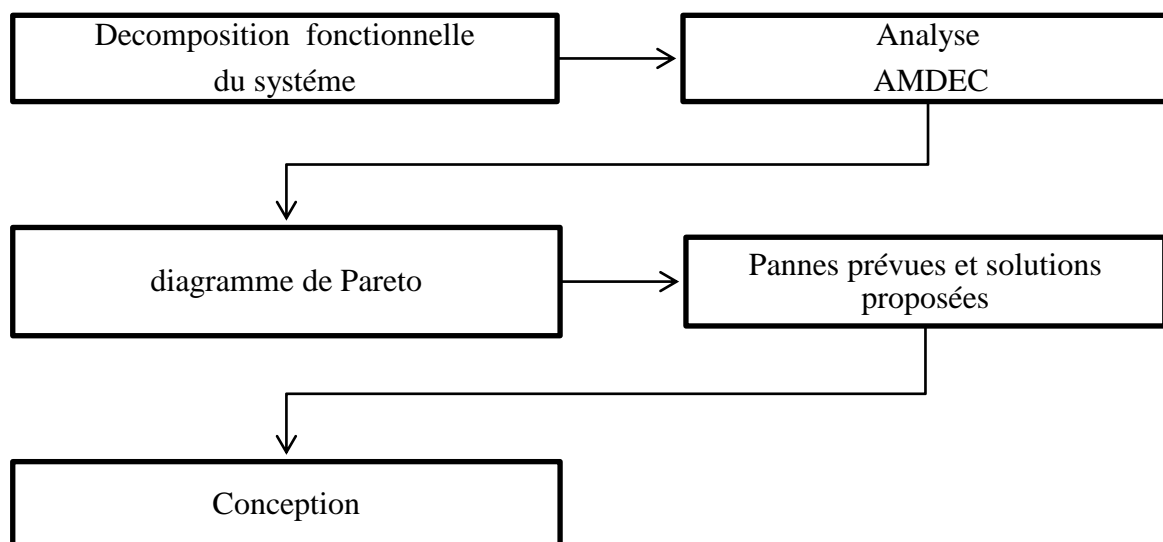


Figure 5 : diagramme représentant la démarche de l'étude.

Cahier de charges :

- ❖ Maintenance d'un système palettisation
- ❖ Diminution des pannes par des actions correctives
- ❖ Traitement d'un convoyeur
- ❖ Analyse des effets critiques du convoyeur
- ❖ Conception et amélioration du système convoyeur

1. Analyse fonctionnelle :

Cette étape permet d'identifier clairement les éléments à étudier et leurs fonctions. Pour cela nous avons procédé par une analyse structurelle qui vise à décomposer la machine en question, afin de mettre en relief l'ensemble des organes faisant partie de la machine.

a. Diagramme de bête à corne :

La bête à corne nous permettra de déterminer les exigences fondamentales qui justifient la conception du palettiseur, et cela à l'aide des trois questions fondamentales :

- A qui rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Dans quel but ?

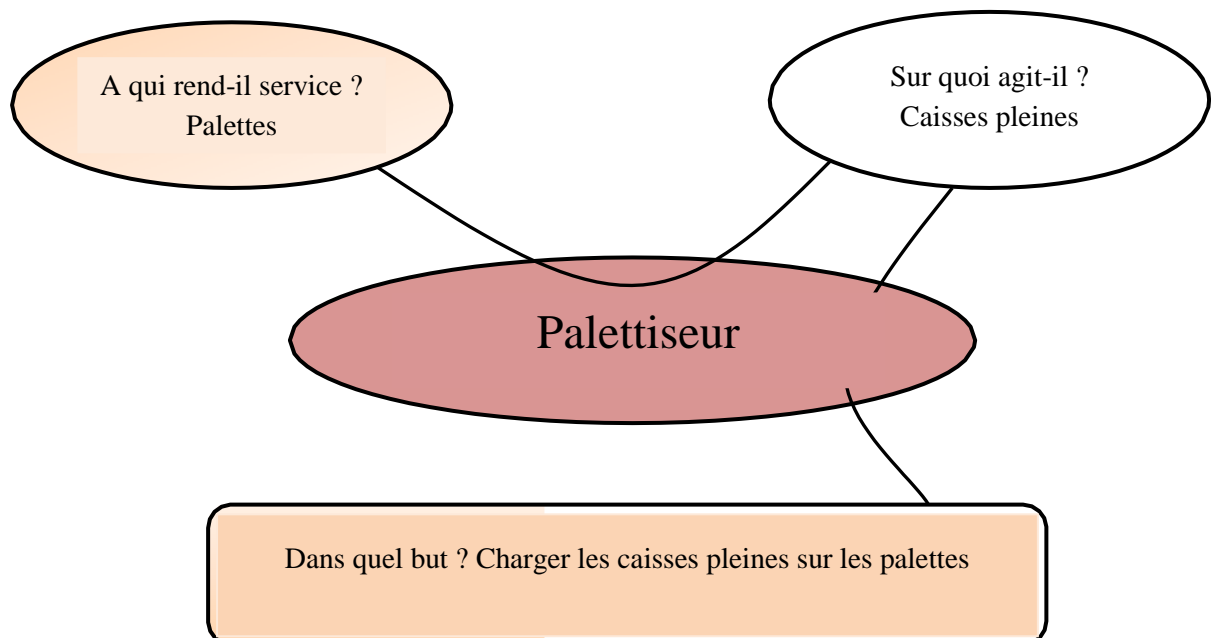


Figure 6 : diagramme bête à corne.

b. Diagramme pieuvre (graphe des interactions) :

Ce diagramme sert à exprimer les fonctions, et permet également de bien identifier l'environnement d'évolution du système, déterminer avec précision et concision les relations (fonctions) entre ce système et les éléments du milieu environnant et les relations entre couples d'éléments extérieurs.

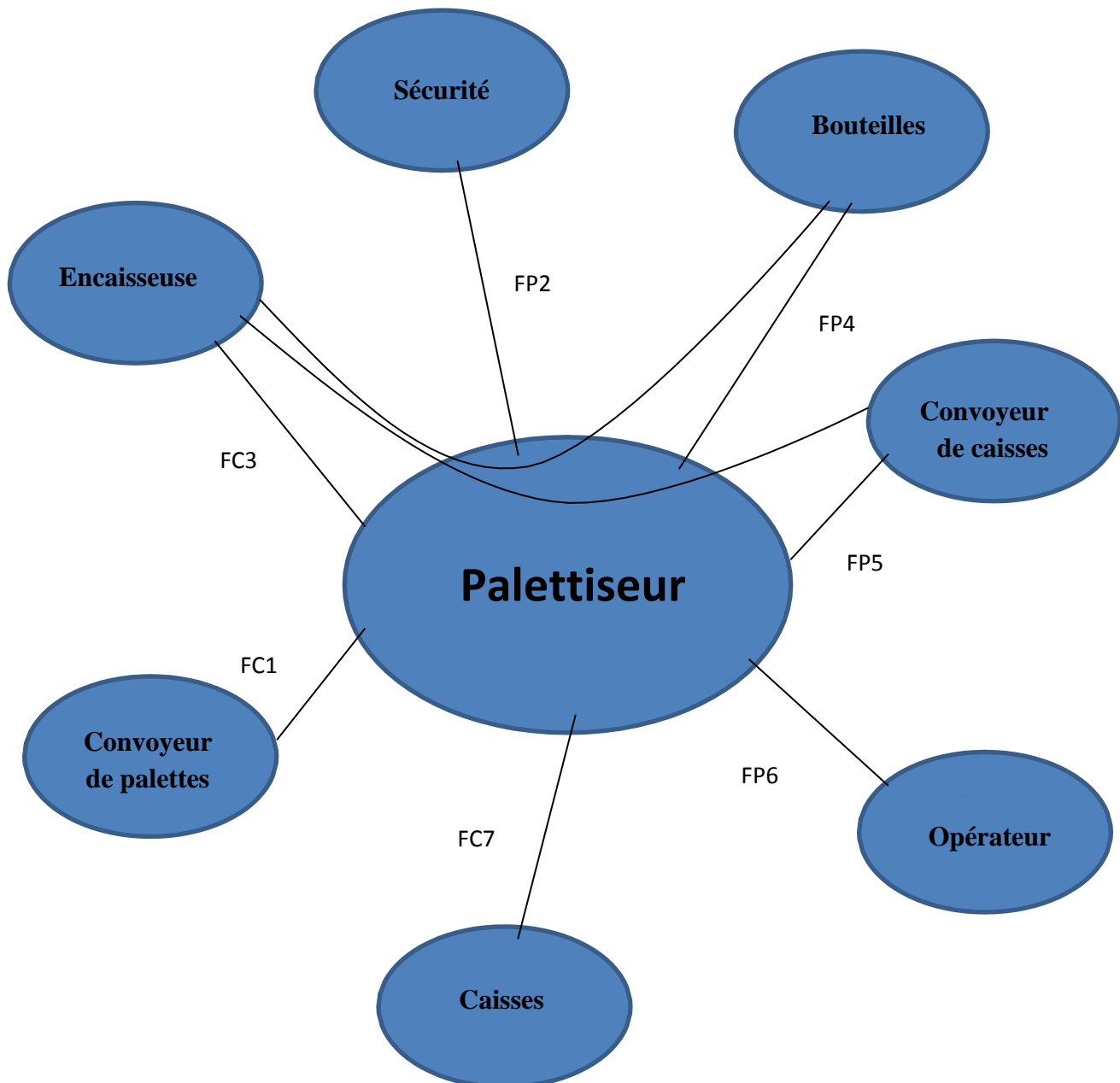


Figure 7 : diagramme de pieuvre.

FC1 : Envoyer des palettes pour mettre les caisses dessus

FP2 : Assurer la sécurité de toute personne au sein de la zone

FC3: Assurer le chargement des bouteilles pleines dans les caisses

FP4 : S'assurer du bon remplissage des bouteilles

FP5 : Envoyer les caisses pleines destinées à être chargées sur les palettes

FP6 : Etre facile à commander par l'opérateur au cas d'un problème dans le fonctionnement de La machine

FC7 : assurer le nombre exact des caisses pleines

c. Analyse besoin-produit :

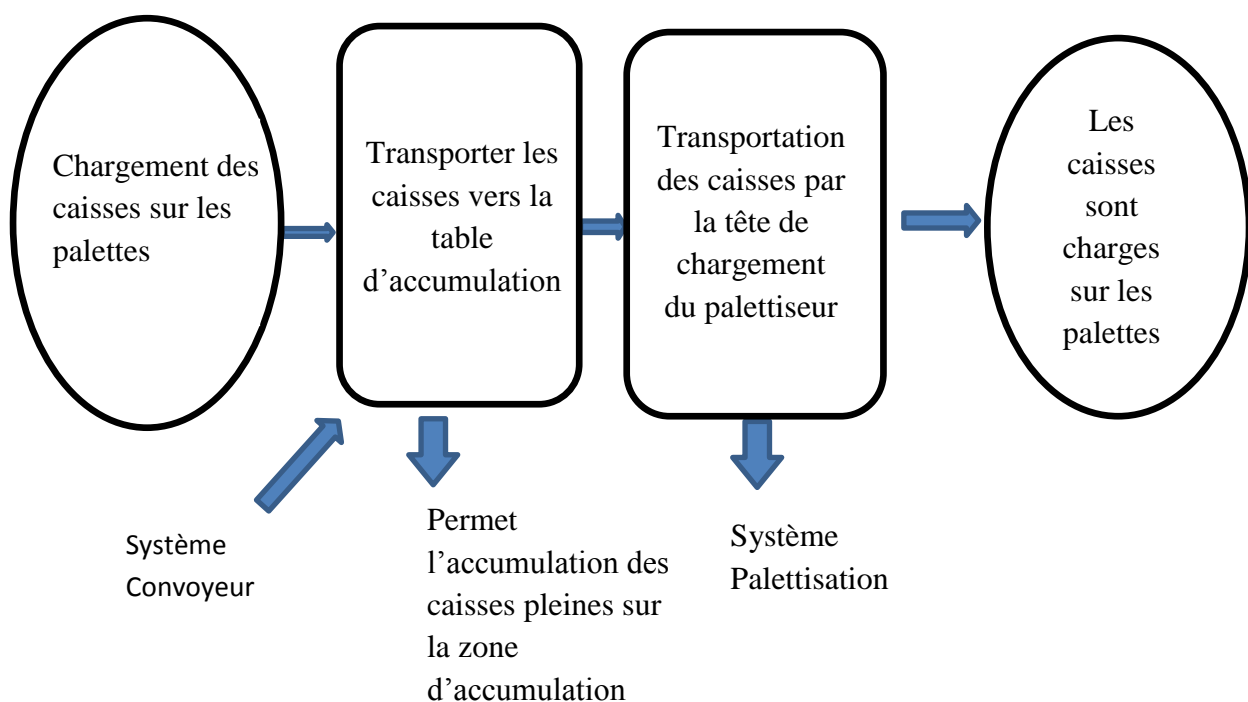


Figure 8 : diagramme d'analyse besoin produit.

2. Fonctionnement :

Les caisses pleines entrent sur la table de formation tête en haut, à l'entrée de cette table se trouve un manipulateur qui retourne les caisses une à une. Une fois retournées, les caisses sont transportées jusqu'au final de la table de formation, endroit où elles seront accumulées les unes à côté des autres. On obtient alors 2 lignes constituées chacune de 3 caisses et une ligne constituée de deux caisses. Une tête de chargement du palettiseur récupère les ensembles de caisses et les dépose ensuite sur la palette par rangées de huit en gros. La palette se situe sur un convoyeur à rouleaux.

3. Décomposition fonctionnelle :

Notre système est formé de trois grandes parties :

a. L'élévateur :



Figure 9 : l'élévateur.

Celui-ci est constitué de trois grands éléments :

- ✓ **Chaîne de transmission mécanique** : c'est un ensemble de maillons reliés directement ou par l'intermédiaire d'axes, il est utilisé comme un système de transmission.
- ✓ **Moteur réducteur frein** : c'est un ensemble constitué d'un réducteur équipé d'un moteur électrique et prêt à être monté sur les installations. Son usage est rendu nécessaire pour réduire et freiner la vitesse d'un moteur, avec une transmission de puissance qui se fait par engrenages. Ce genre de moteur est recommandé pour les appareils de levage et de transfert.
- ✓ **Joint de cardan** : c'est un dispositif mécanique qui permet la transmission d'une rotation angulaire entre deux arbres dont les axes géométriques concourent en un même point.
- **Entretien du joint de cardan** : les joints de cardan fonctionnant en régime continu doivent être huilés (graissés) au moins une fois par jour. S'ils sont exposés à un environnement salissant, nous recommandons de les recouvrir d'une gaine de protection.

b. La tête de chargement :



Figure 10 : la tête de chargement.

Cet élément a pour rôle de soulever les caisses et les déposer, d'une façon minutieuse, sur la palette. Cette opération consiste à faire déplacer (glisser) le chariot sur un support à partir des pignons crémaillères et des engrenages.

- **Le système de pignon-crémaillère :** est principalement utilisé pour transformer un mouvement rotatif en mouvement de translation ou le contraire. Il est constitué d'une roue dentée (Pignon) et d'une barre elle aussi dentée (Crémaillère). La roue dentée, en tournant, entraîne les dents de la barre qui se déplace, alors, en translation. Ce système est plus avantageux parce qu'il n'y a aucun glissement lors de la transformation du mouvement et que la forme de ce système est relativement grande.
- **Engrenage :** c'est un système mécanique composé de deux roues dentées engrenées servant à la transmission du mouvement de rotation entre elles, les deux roues dentées sont en contact l'une avec l'autre et se transmettent de la puissance par obstacle.

La tête de chargement est composée de trois grands éléments :

- ✓ **Une bielle :** c'est une pièce dotée de deux articulations, une à chaque extrémité, dans le but de transmettre un mouvement et une position. L'articulation à chaque extrémité de la bielle est une rotule. on obtient la transformation d'un mouvement de rotation continu en un mouvement alternatif de translation.

✓ **Vérin pneumatique double effet :**

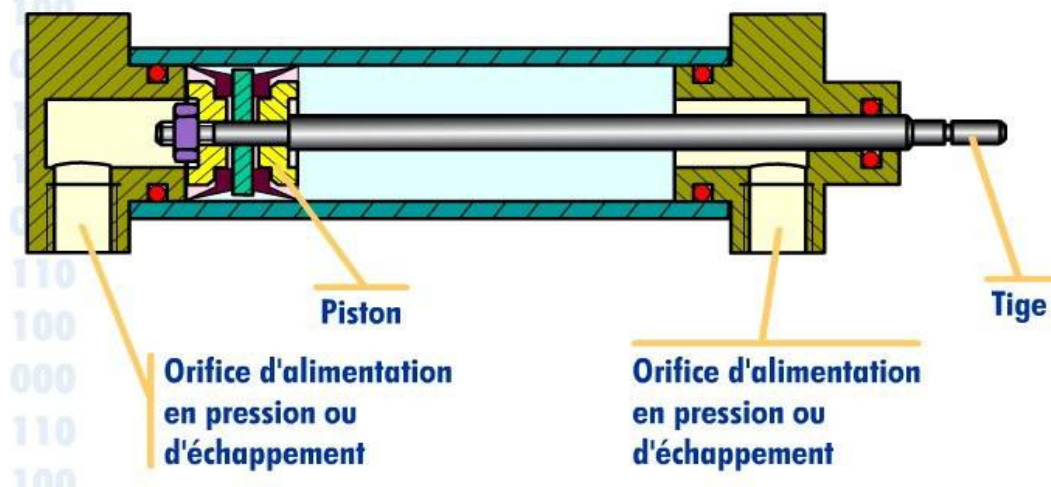


Figure 11 : vérin pneumatique (double effet)

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Il est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre sens.



Figure 12 : rôle du vérin

Le vérin double effet a deux alimentations possibles :

- soit par la chambre arrière : le piston se déplace vers l'avant, celui-ci pousse l'air de la chambre avant.
- soit pas la chambre avant : le piston se déplace vers l'arrière, celui-ci pousse l'air de la chambre arrière.

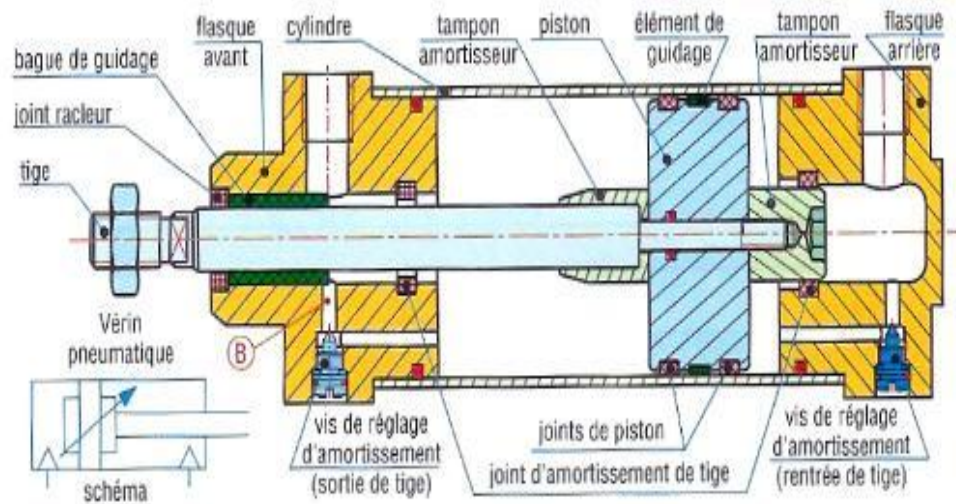


Figure 13 : construction du vérin

c. La table d'accumulation des caisses :



Figure 14 : table d'accumulation

Elle est sous forme d'un convoyeur a courroies ,un mécanisme qui permet de transporter les caisses d'un point a un autre, jusqu'a ce que ces dernières atteignent une zone appelée la zone d'accumulation (c'est la partie de fin de course des caisses remplies).

Cette table est composée de :

- ✓ Moto réducteur.
- ✓ Un châssis porteur avec une sole de glissement qui assure le soutien de la bande.
- ✓ Une bande transporteuse.

d. Transporteur des palettes :

Le système de convoyage à rouleaux permet de récupérer des palettes d'isolation après leurs sur-conditionnements pour les transporter automatiquement en extérieur sur une zone de stockage

III. Conception d'un convoyeur :

La conception mécanique en sciences c'est la manière de percevoir une idée, en mécanique précisément, la conception permet la définition complète du produit en cours de développement. Les bases de données préparées lors de la conception mécanique intègrent les paramètres de fabrication afin d'assurer la conformité entre la conception et la fabrication.



Figure 15 : système convoyeur utilisé

Notre système étudié pour la conception est un convoyeur à rouleaux qui transporte les caisses chargées de bouteilles et les accumulent sur la table d'accumulation une fois atteignent la limite de fin de course.

Ce système de convoyage est assisté par un motoréducteur, des barreaux, et des vérins à double effet et un système bielle-manivelle qui sont responsable de l'action d'une main à crochés, qui pousse les caisses pour les ranger sur la zone d'accumulation.

D'après plusieurs analyses, on est parvenu à déduire que le système convoyeur actuel possède divers points critiques, parmi ces points on cite :

- Le système doit être graissé fréquemment, et il y'a pas un temps précis du graissage.
- Retardement du système.
- Le mouvement de la main à crochés (pousseur) peut influencer sur les caisses.
- Le maintien continu de l'opérateur chaque fois que le système est bloqué.

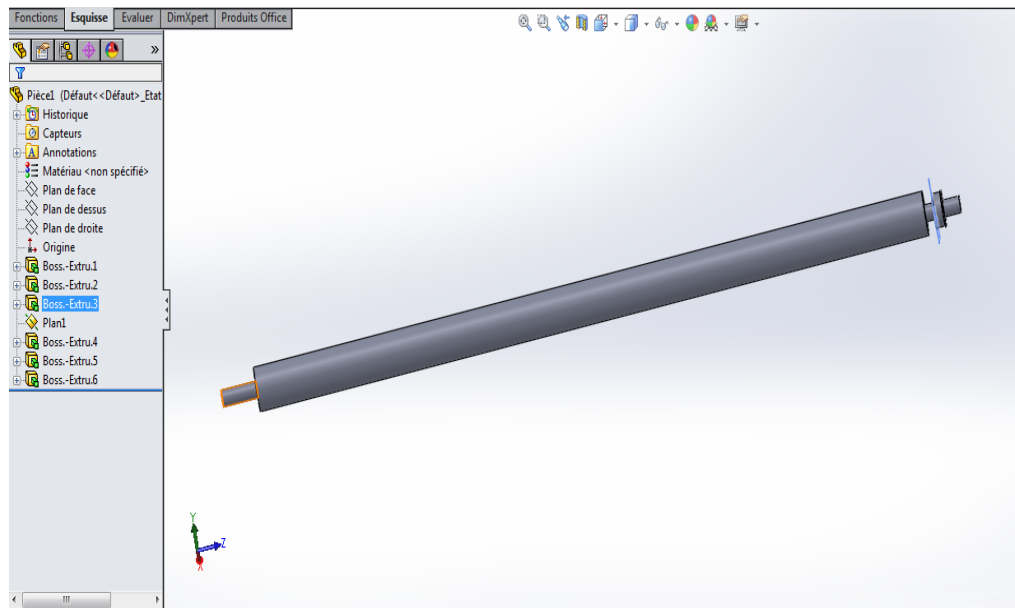


Figure 16 : rouleaux du convoyeur.

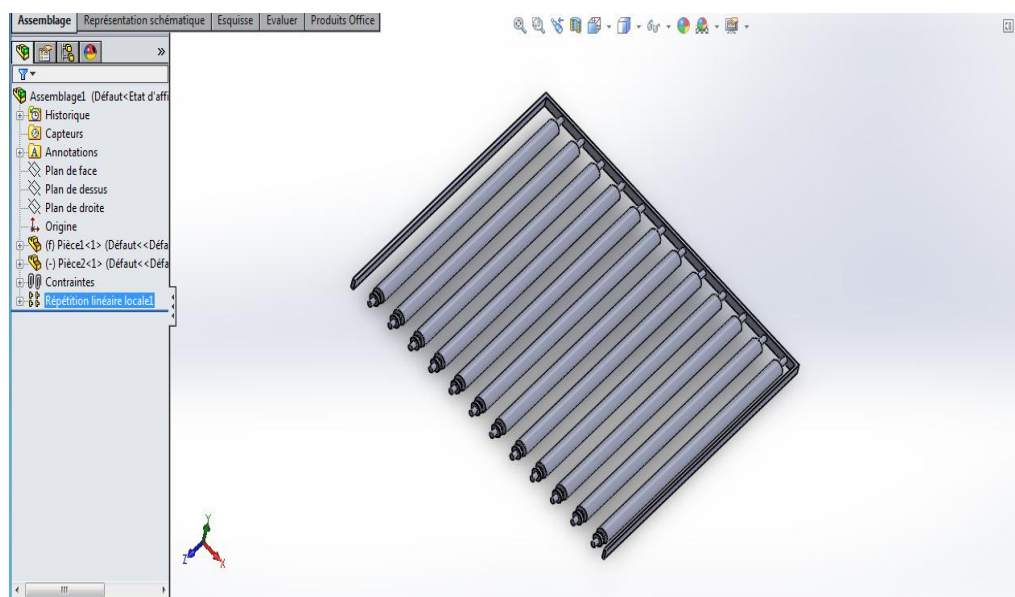


Figure 17 : illustration du convoyeur à rouleaux charge de la transportation des caisses

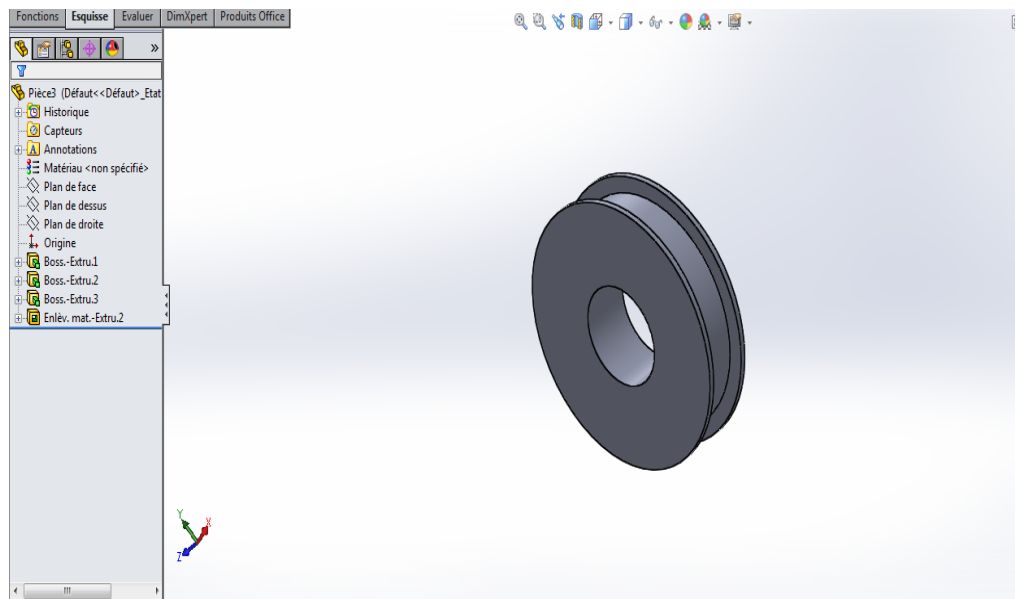


Figure 18 : poulie

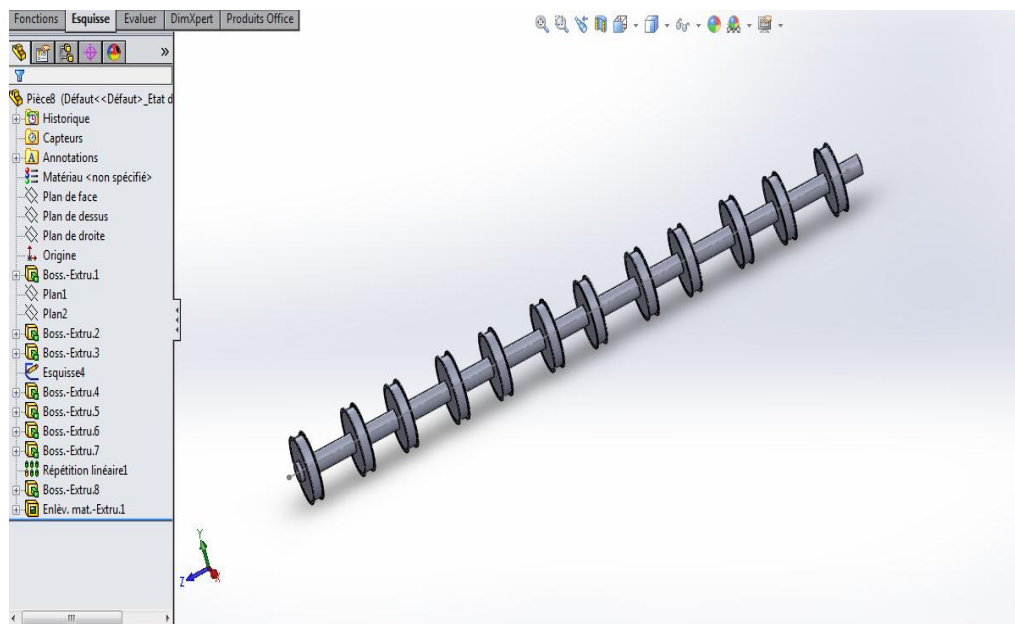


Figure 19 : arbre a poulie

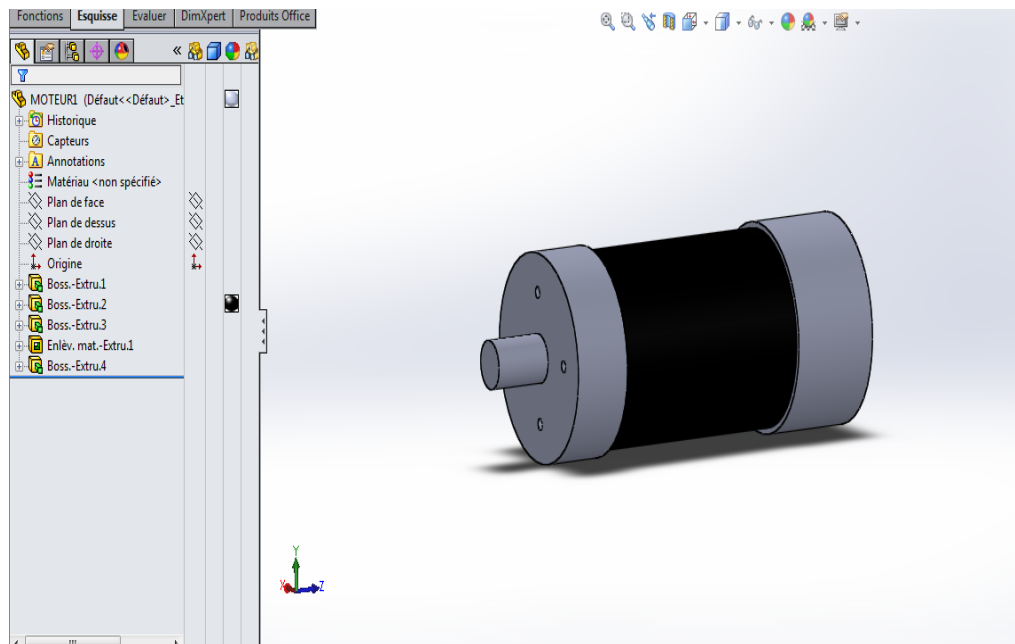


Figure 20 : moteur

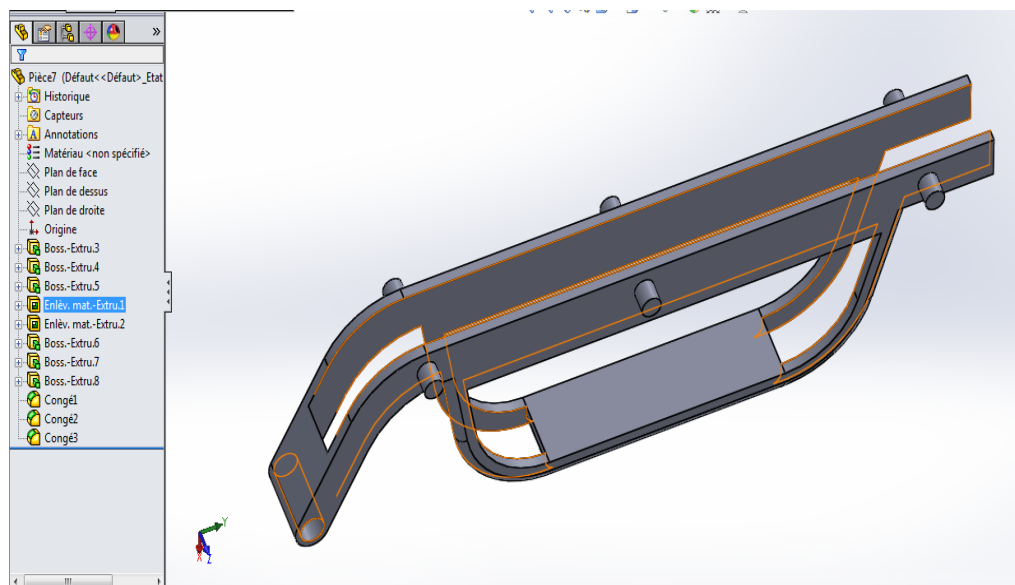


Figure 21 : support des corrois

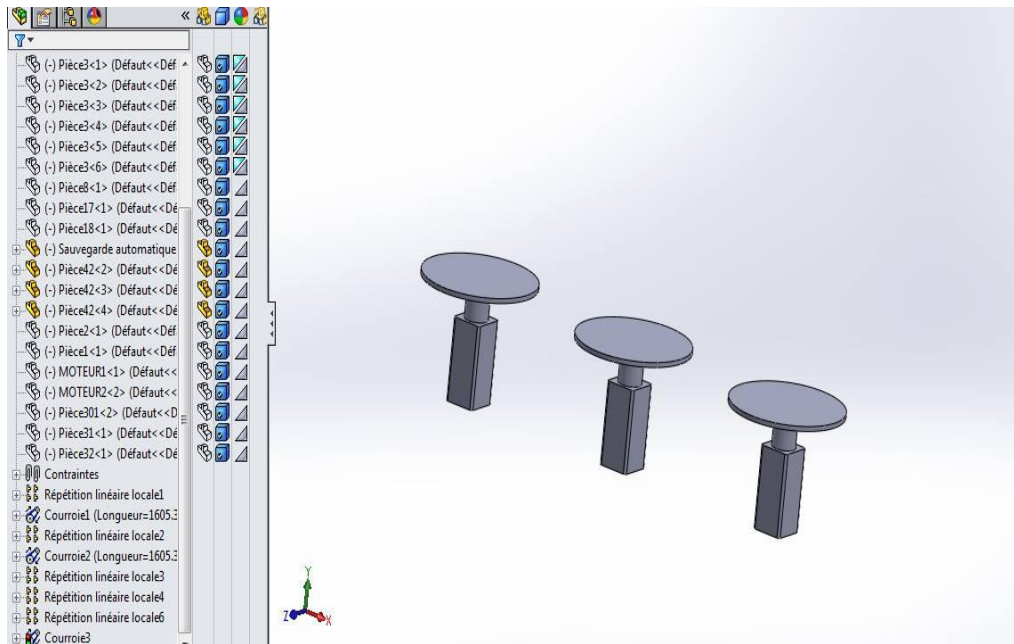


Figure 22 : vérin

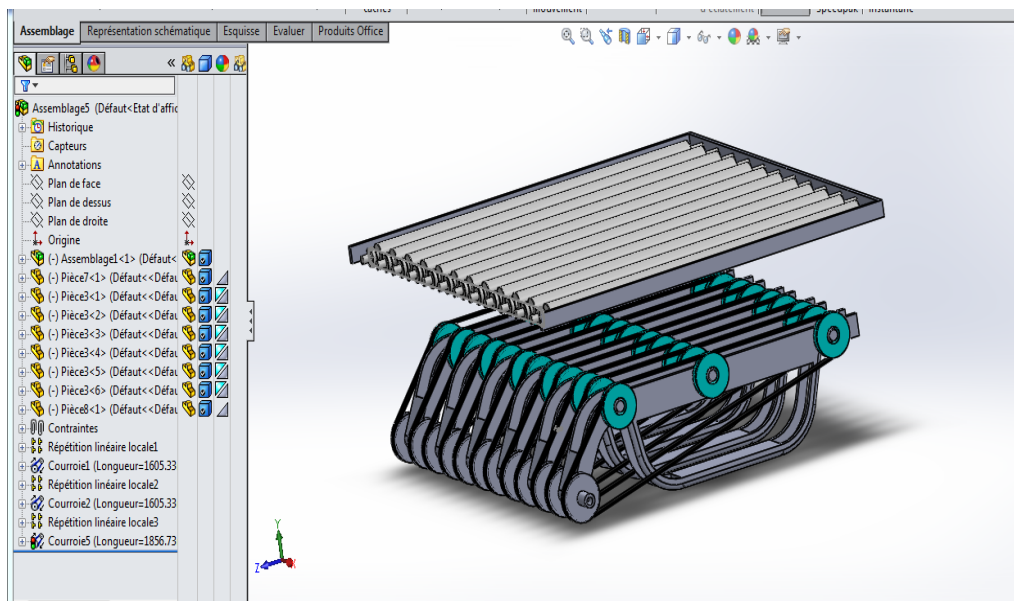


Figure 23 : assemblage du système

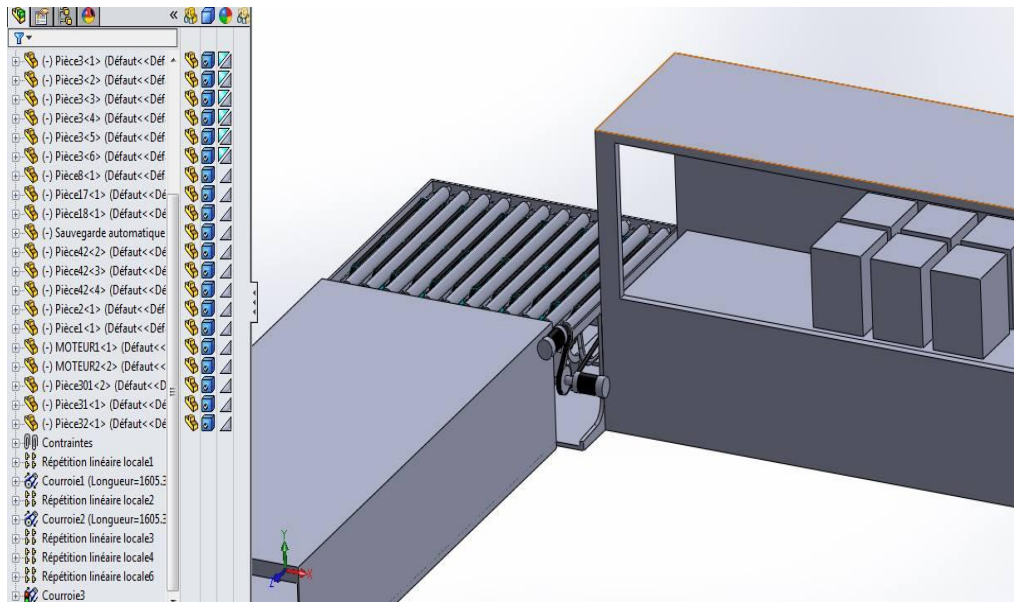


Figure 24 : système complet

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a tout d'abord présenté la démarche de l'étude qu'on va suivre, puis on déchiffre les différentes fonctions de notre système et ses relations avec le milieu environnant, ensuite on a décortiqué la machine étudiée (palettiseur) en des sous éléments afin d'analyser ceux les plus critiques par la suite.

Chapitre III : Application de l'étude AMDEC sur le palettiseur

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons aborder l'étude AMDEC détaillée que nous avons menée sur les éléments critiques du système étudié (palettiseur), et on va présenter les actions réalisées pour remédier aux défaillances critiques.

II. Généralité sur la démarche AMDEC :

AMDEC est une analyse critique consistant à identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines puis à en rechercher les origines et leurs conséquences. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives adaptées. C'est essentiellement une méthode préventive. L'AMDEC machine est essentiellement destinée à l'analyse des modes de défaillance d'éléments matériels (mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, électriques; électroniques...), de leurs Effets et de leur Criticité.

La méthode AMDEC a pour objectif :

- D'identifier les causes et les effets de l'échec potentiel d'un procédé ou d'un moyen de production
- D'identifier les actions pouvant éliminer (ou du moins réduire) l'échec potentiel.
Amélioration de la maintenance corrective.
- Améliorer la sécurité.

III. Réduction des pertes de production dans la zone palettisation par application d'AMDEC :

Notre étude AMDEC va être suivie par la mise en place effective des actions correctives préconisées par le groupe, accompagnées d'un contrôle systématique. L'étude peut être prolongée par des travaux complémentaires tels que les calculs de fiabilité et la Disponibilité, l'élaboration de plans de maintenance et des aides au diagnostic, etc.

Les étapes de la démarche AMDEC moyen sont:

1. Initialisation :

Cette phase consiste à poser clairement le problème, à définir le contenu et les limites de l'étude à mener et à réunir tous les documents et informations nécessaires à son bon déroulement.

2. Définition du système à étudier :

Le système à étudier : machine de chargement des caisses (Palettiseur). Le Palettiseur est une machine de chargement automatique des caisses pleines sur les palettes, optimisant la disposition des charges. Sa capacité de chargement est de 34000 bouteilles par heures.

3. Détermination de l'objectif à atteindre :

Le but de cette étude est la maîtrise des pannes des équipements du palettiseur et la proposition de solutions correctives appropriées.

4. Estimation de la criticité :

Cette phase consiste à évaluer la criticité des défaillances de chaque élément, à partir de plusieurs critères de cotation indépendants. Pour chaque critère de cotation, on attribue un niveau (note ou indice). Un niveau de criticité en est ensuite déduit, ce qui permet de hiérarchiser les défaillances et d'identifier les points critiques. L'évaluation de la criticité se fonde sur l'état actuel du palettiseur. Les critères de criticité s'expriment dans le tableau AMDEC par leurs niveaux respectifs.

a. Indice de fréquence F :

Il représente la probabilité que la cause de défaillance apparaisse et qu'elle entraîne le mode potentiel de défaillance considéré. Il faut donc tenir compte simultanément de la probabilité d'apparition de la cause et de la probabilité que cette cause entraîne la défaillance. La note F correspond alors à la combinaison de ces deux probabilités. Le barème de cotation varie entre 1 et 4.

Tableau 3 : Indice de fréquence.

Valeurs de F	Définition des niveaux
1	Défaillance une fois par an.
2	Défaillance une fois par semestre.
3	Défaillance une fois par trimestre.
4	Défaillance une fois par mois.

b. Indice de gravité G :

Les barèmes de cotation, variant de 1 à 4 (tableau suivant), se basent sur les effets provoqués par la défaillance, en terme de Temps d'Intervention (TI) qui correspond au Temps Actif de maintenance Corrective (diagnostic + réparation ou échange + remise en service) De sécurité des hommes ou des biens. L'indice sanctionne uniquement l'effet le plus grave produit par le mode de défaillance

Tableau 4 : Indice de gravité.

Valeurs de G	Définition des niveaux
1	Défaillance mineure : Arrêt de production inférieur à 1h
2	Défaillance significative : Arrêt de production entre 1h à 6h
3	Défaillance moyenne : Arrêt de production de 6h à 12h
4	Défaillance majeure : Arrêt de production de 12h à 24h

c. Indice de détection D :

C'est la probabilité que la cause ou le mode de défaillance supposés apparus provoquent l'effet le plus grave, sans que la défaillance ne soit détectée au préalable. Le barème de cotation varie entre 1 et 4

Tableau 5 : indice de détection.

Valeurs de D	Définition des niveaux
1	Défaillance détectable à 100% <ul style="list-style-type: none"> • Détection à coup sûr de la cause de défaillance • Signe avant-coureur évident d'une dégradation • Dispositif de détection automatique d'incident (alarme)
2	Défaillance peut détectable (détection possible) <ul style="list-style-type: none"> • Signe avant-coureur de la défaillance facilement décelable mais nécessitant une action particulière de l'opérateur (visite, contrôle visuel, ...)
3	Défaillance difficilement détectable <ul style="list-style-type: none"> • Signe avant-coureur de la défaillance difficilement décelable, peu exploitable nécessitant une action ou des moyens complexes (démontage, appareillage, ...)
4	Défaillance indétectable <ul style="list-style-type: none"> • Aucun Signe avant-coureur décelable de la défaillance

5. Calcul de la criticité C :

On Calcule le niveau de criticité, pour chaque combinaison cause / mode / effet, à Partir des niveaux atteints par les critères de cotation. La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation.

$$C = F \times G \times D \quad (1)$$

Les valeurs de criticité décidées pour l'équipement du palettiseur sont notées sur le tableau suivant (La méthode AMDEC pour L'ensemble des équipements sera présentée dans les annexes)

Tableau 6 : calcul de criticité.

Organe	Fonction	Mode de la défaillance	Causes de la défaillance	Effet sur le système	F	D	G	C
Moteur réducteur 1	-Rotation des rouleaux	-Manque de l'huile dans le réducteur -Usure des pignons du réducteur -Grippage des roulements du moteur - Achèvement durée des vies des roulements - Déclenchent thermique -Casse de l'arbre -Moteur grillé (bobinage)	-Usure des joints - Achèvement de la durée de vie des bobines	-Arrêt du sous système - Encombrement des caisses à cette partie -Arrêt du système	2	1	1	2

Convoyeur à bande	-Déplacement des caisses	-Dilatation	-Mauvais alignement -Mauvaise jonction -Mauvaise tension	-Blocage du groupe de rotation et de déplacement des caisses - Perturbation du système en avant	3	1	2	6
Chaine de transmission	-Elévation de la tête de chargement des caisses	Dilatation et Allongement de la chaîne	Effort important et échauffement	-Blocage du groupe de translation a un certain niveau.	1	1	1	1
-Motoréducteur frein	-Le maintien du mouvement de la chaine de transmission	-Manque de l'huile dans le réducteur -Usure des pignons du réducteur -Grippage des roulements du moteur -Achèvement durée des vies des roulements -Déclenchement thermique -Casse de l'arbre cardan -Moteur grillé (bobinage)	-Usure des joints - Achèvement de la durée de vie des bobines	-Arrêt du sous système -Stabilité des caisses dans un certain niveau. -Arrêt du système	1	1	1	1

-convoyeur à rouleaux 2	-Déplacement des palettes	-Dilatation	-Usure des rouleaux -Mauvais alignement -Mauvaise jonction -Mauvaise tension	-Blocage du groupe de déplacement des palettes. -Perturbation du système en avant	3	1	2	6
Moteur-bielle	-Assurer le mouvement transversal de la tête du chargement des caisses	Echauffement et déclenchement du disjoncteur	Usure de la bielle	-Blocage de la tête de chargement -Perturbation de la translation de la tête du chargement des caisses.	1	2	2	4

Bielle	Faire pousser la tête de chargement (mouvement transversal)	Jeu important dans le système de transmission	Vieillessement et vibration	Blocage de la tête du chargement des caisses	1	2	2	4
Vérin pneumatique double effet	Assurer le accrochage et décrochage pour soulever les caisses	Faible perte d'énergie et fuite d'air	La tige et le piston dont désolidarisés	Arrêt du sous système de chargement des caisses -Perturbation lors d'accrochage et décrochage de l'ensemble des caisses	3	2	1	6
courroies	Assurer le déplacement du convoyeur	Patinage	Usure de la courroie	Blocage du convoyeur Perturbation du système de chargement des caisses qui suit.	3	1	1	3
Joints d'étanchéités des vérins	Assurer le bon fonctionnement des vérins	Fuite d'air	Usure des joints	Perturbation d'accrochage et décrochage de l'ensemble des caisses	1	3	2	6

Moteur réducteur 2	Rotation des rouleaux du convoyeur de palettes	-Manque de l'huile dans le réducteur -Usure des pignons du réducteur -Grippage des roulements du moteur -Moteur grillé	-Usure des joints Achèvement de la durée de vie des bobines	Arrêt du système de convoyeur de palettes	2	1	1	2
--------------------	--	---	--	---	---	---	---	---

a. Classification des composants selon leurs criticités :

Tableau 7 : classification des équipements critiques en ordre décroissant.

Organe	Critique	%	% Cumulé
Joints d'étanchéités des vérins	6	15	15
Vérin à double effet (pneumatique)	6	15	30
convoyeur à bande	6	15	45
Convoyeur à rouleaux	6	15	60
Bielle	4	10	70
Moteur-bielle	4	10	80
Courroies	3	7.5	87,5
Motoréducteur 1	2	5	92.5
Chaine de transmission	1	2.5	95
Motoréducteur frein	1	2.5	97.5
Motoréducteur 2	1	2.5	100
Total	40		

b. Diagramme de Pareto :

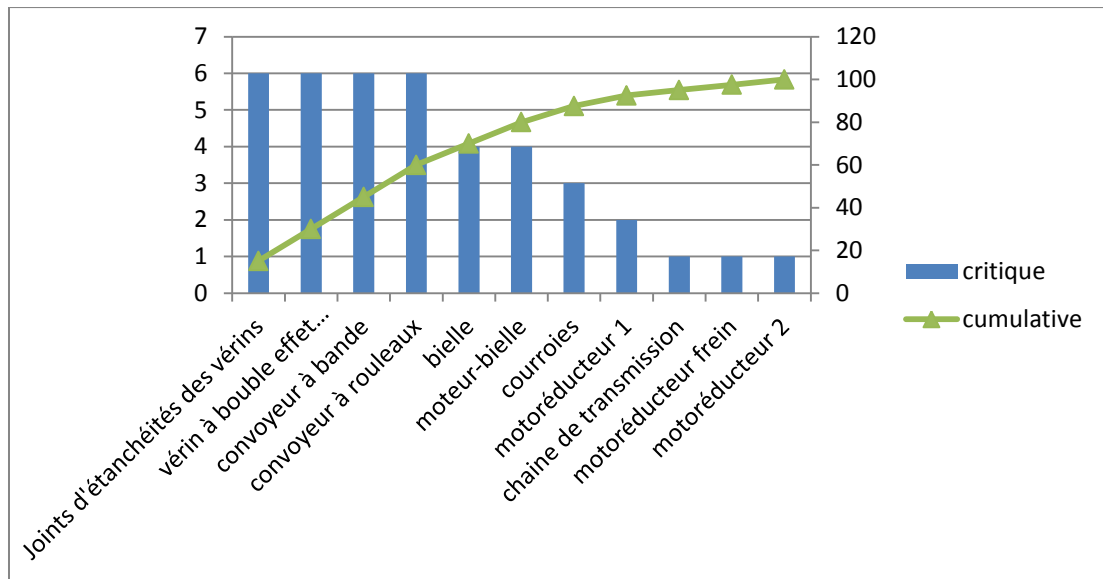


Figure 25: diagramme de Pareto.

➤ **Interprétation du diagramme de Pareto :**

D'après l'histogramme et l'analyse de la courbe de PARETO, on déduit que les organes du palettiseur les plus sensibles aux pannes sont :

- Vérin double effet (pneumatique)
- Joint d'étanchéité du vérin
- Convoyeur à rouleaux
- Convoyeur à bande

6. Actions correctives

Le choix de l'action corrective à mettre en place est guidée par le critère le plus pénalisant dans le note de criticité, par exemple si le facteur de criticité est élevé du fait que la fréquence d'apparitions de la défaillance est élevée, alors l'action corrective doit viser diminuer ce facteur.

Ces éléments nécessitent des actions correctives à mettre en œuvre représentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : actions corrective.

Organe	Criticité	Actions correctives
Joint d'étanchéité des Vérins	6	MPM : Contrôle de joint - PR : Joint
Chaîne de transmission	1	Remplacement en cas d'usure
Vérin à double effet (pneumatique)	6	MPM : Vérification de l'absence de fuites ou de pertes d'air des cylindres pneumatiques
Moto- réducteur frein	1	MPM : Vérification de niveau d'huile/Vérification d'usure des joints et des pignons du réducteur MPA : Changement d'huile - PR : Roulements, Moteur
Bielle	4	Entretien ou remplacement de la bielle
convoyeur à rouleaux	6	MPM : Vérification d'usure du rouleau MPH : Serrage des écrous/Vérification d'alignement
Moteur bielle	4	Entretien de la bielle
Moteur réducteur 1	2	En cas d'usure il faut le remplacer
convoyeur à bande	6	MPM : Tendre et régler la bande MPT : Contrôle de l'usure des rouleaux et de la bande nettoyer la bande de la poussière chaque jour -vérifier chaque jour le petit endommagement des couvertures en caoutchouc et répare-les. -dégager la matière accumule entre les rouleaux qui ne tournent pas librement
Courroies	3	MPM : Tendre les courroies MPA : Contrôler le fonctionnement
Moteur Réducteur 2	1	En cas d'usure il faut le remplacer

MPA : Maintenance Préventive Annuelle
 MPM : Maintenance Préventive Mensuelle PR : Pièce de Rechange
 MPH : Maintenance Préventive Hebdomadaire
 MPT : Maintenance Préventive Trimestrielle

7. Elaboration d'un plan de maintenance de référence :

Afin d'assurer une bonne gestion de la maintenance du Palettiseur, un plan de maintenance paraît nécessaire à mettre en œuvre. En se basant sur :

- l'ensemble des solutions proposées par l'analyse exhaustive des arrêts des deux dernières années
- les solutions obtenues par la mise en œuvre de la démarche AMDEC pour le Palettiseur
- le plan de maintenance du constructeur

On a élaboré un plan de maintenance de référence représenté ci-contre :

Tableau 9 : élaboration d'un plan de maintenance de référence.

Gamme de préventifs (actions ajoutées)				Equipement : Palettiseur	
Liste des interventions	Marche	Arrêt	Intervenants	Périodicité	
				Vérification des organes de sécurité	x
Nettoyage des détecteurs		x	Opérateur	1 semaine	
Control de l'état des rouleaux du convoyeur		x	Technicien	2 semaines	
Control de l'état d'échauffement des motoréducteurs		x	Technicien	24 semain	
Control des joints d'étanchéités des vérins		x	Technicien	12 semaines	
Control des fuites d'air des vérins pneumatiques		x	Technicien	12 semain	
Control de l'état des caisses		x	Opérateur	Chaque jour	
Nettoyage de la bande du convoyeur		x	Opérateur	1 semaine	
Control de l'état des palettes		x	Opérateur	Chaque jour	

Conclusion et perspectives

En guise de conclusion, nous mettons le point sur les différentes étapes de notre projet qui nous ont permis d'atteindre les objectifs tracés comme finalité pour notre sujet de stage et qui concernent précisément le service conditionnement exactement le système de palettisation. Notre mission consistait en l'amélioration des performances de la maintenance dans la perspective d'augmenter la productivité du système, et éviter toutes pertes qui peuvent causer des arrêts destructifs.

Nous avons entamé ce projet dans un premier temps par une présentation de la société "BRANOMA", son historique, ses différentes activités, et le processus de fabrication de la bière suivi.

Dans la deuxième partie, nous avons abordé notre travail demandé, c'est l'étude et l'amélioration du système de palettisation en se basant sur ses éléments critiques. Pour cela, nous avons tout d'abord établi une analyse fonctionnelle enchaînée, ce qui nous a permis de :

- Analyser les différentes fonctions du système étudié (palettiseur).
- Lier notre système au milieu environnant.
- Décomposer le système en des sous éléments.
- Traiter chaque sous éléments séparément et minutieusement.

Dans une troisième étape, nous avons appliqué une étude AMDEC sur ce système de palettisation afin de pouvoir analyser ces éléments critiques et réduire les pertes de la production, pour cela, on a suivi un cheminement :

- Définir le système étudié.
- Décortiquer le système en des organes.
- Etudier la fréquence, la gravité et la détection de chaque organe.
- Calculer la criticité de chaque organe.
- Déchiffrer les éléments les plus critiques à partir du diagramme de Pareto.
- Prévoir des actions correctives et bénéfiques.
- Etablir le plan de maintenance préventive.

Cette démarche nous a mené à déduire que les organes du palettiseur les plus sensibles aux pannes sont :

- Vérin double effet (pneumatique)
- Joint d'étanchéité du vérin
- Convoyeur à rouleaux
- Convoyeur à bande

Ce projet a été très enrichissant bien sur le plan intellectuel et relationnel que pratique. Nous avons été amenés à faire des recherches, à échanger et à partager des points de vue avec différents cadres et collaborateurs. Ce qui nous permis de s'intégrer facilement dans une équipe de travail qui n'a pas hésité à nous aider pour réaliser notre projet de fin d'étude. Nous avons ainsi mieux approché le monde industriel tout en mettre en pratique nos acquis théoriques au service de la réussite de notre projet car la rentabilité de l'usine reposait sur la capacité de chacun à faire son travail et à collaborer avec son équipe.

Nous avons, en effet, bénéficié d'une courte et modeste « expérience professionnelle » par le contact direct avec le personnel, le travail lui-même et le matériel (machines, ordinateurs, logiciel etc.....)

Enfin, cette expérience restera pour nous une référence et un point de départ pour apprendre, développer et améliorer le savoir faire, ainsi que de compléter notre formation pratique.

Références bibliographiques:

- Ancien rapports.
- Guide du dessinateur industriel-Chevalier.
- Internet.
- Cours "gestion de la qualité", Mr. Jalil Abouchita.
- Guide mécanique de la société BRANOMA