

Sommaire

Introduction.....	5
CHAPITRE1 : PRESENTATION DE LA SOCIETE.....	6
1.1. Historique de la société.....	7
1.2. Fiche d'identification.....	7
1.3. Organigramme de la région orientale.....	8
CHAPITRE2 : PROCESSUS DE FABRICATION.....	9
2.1. Le maltage.....	11
2.2. Le concassage.....	11
2.3. Le brassage.....	12
2.4. Refroidissement.....	13
2.5. La fermentation.....	13
2.6. La maturation/Garde.....	14
2.7. Filtration.....	14
2.8. Conditionnement.....	15
CHAPITRE 3 : PROBLEMATIQUE DE LA TREMIE DE STOCKAGE.....	18
3.1. Description et mode de fonctionnement de la trémie de stockage de verre détruit.....	19
3.2. Détermination des besoins.....	21
3.3. Proposition de solutions.....	21
3.3.1 Convoyeur à bande.....	21
3.3.2 Elévateur hélicoïdale.....	23
3.3.3. Elévateur à godets.....	25
3.3.4 Solution choisie.....	27
Conclusion.....	278
Références et bibliographies.....	29

Introduction

Dans le cadre du projet de fin d'étude pour l'obtention de licence sciences et techniques conception et analyse mécanique de la faculté des Sciences et technique de Fès, l'étudiant doit réaliser un stage de deux mois dans une entreprise industrielle. J'ai effectué mon stage à BRANOMA FES.

Ce rapport est divisé en trois parties. La première est consacrée à la présentation du groupe des brasseries du MAROC en particulier BRANOMA FES. La deuxième partie donne une présentation des produits et des techniques de production en exposant les différents outils de production.

Dans la troisième partie, je présente le travail demandé pour mon projet. En effet il m'a été confié d'étudier la conception mécanique de la trémie de stockage de verre détruit, en vue de minimiser ses défaillances et d'augmenter la sécurité de l'installation. Une présentation des équipements de la trémie s'avère nécessaire pour déceler causes racines du problème. Ainsi, j'ai pu proposer des solutions plus fiables et d'en choisir la plus réalisable.

Pour finir ce rapport de projet de fin d'étude, une conclusion résume le travail réalisé durant deux mois au sein de BRANOMA.

CHAPITRE1 : PRESENTATION DE LA SOCIETE

1.1. 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.
- 1947 : Création de la filiale (Société des brasseries du Nord marocain) BRANOMA.
- 1974 : Marocanisation de BRANOMA par la société marocaine d'investissement (SMI).
- 1979 : Obtention de la licence Heineken par BRANOMA.
- 1982 : Arrêt de la production de la boisson gazeuse.
- 1990 : Arrêt de la production de Heineken.
- 1998 : Abandon de l'activité de la boisson gazeuse et arrêt du site de Meknès.
- Avril 2001 : Certification ISO 9002 version 1994.
- Juin 2002 : Certification HACCP.
- Mai 2003 : Certification ISO 9001 version 2000.
- Juin 2003 : Acquisition du group de brasseries du Maroc par le group français CASTEL.
- Novembre 2004 : Transfert du siège social à une plus grande implantation équipée d'une nouvelle usine avec moyens sophistiqués.
- Septembre 2005 : Certification de suivi, suit au déménagement à la nouvelle usine.

1.2. Fiche d'identification

1- Fiche signalétique :

- ✓ 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 m².
- ✓ 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.

2- Domaine d'activité :

Le domaine d'activité de la BRANOMA renferme la fabrication et le conditionnement de deux types de bière : (La spéciale, La storck)

1.3. Organigramme de la région orientale

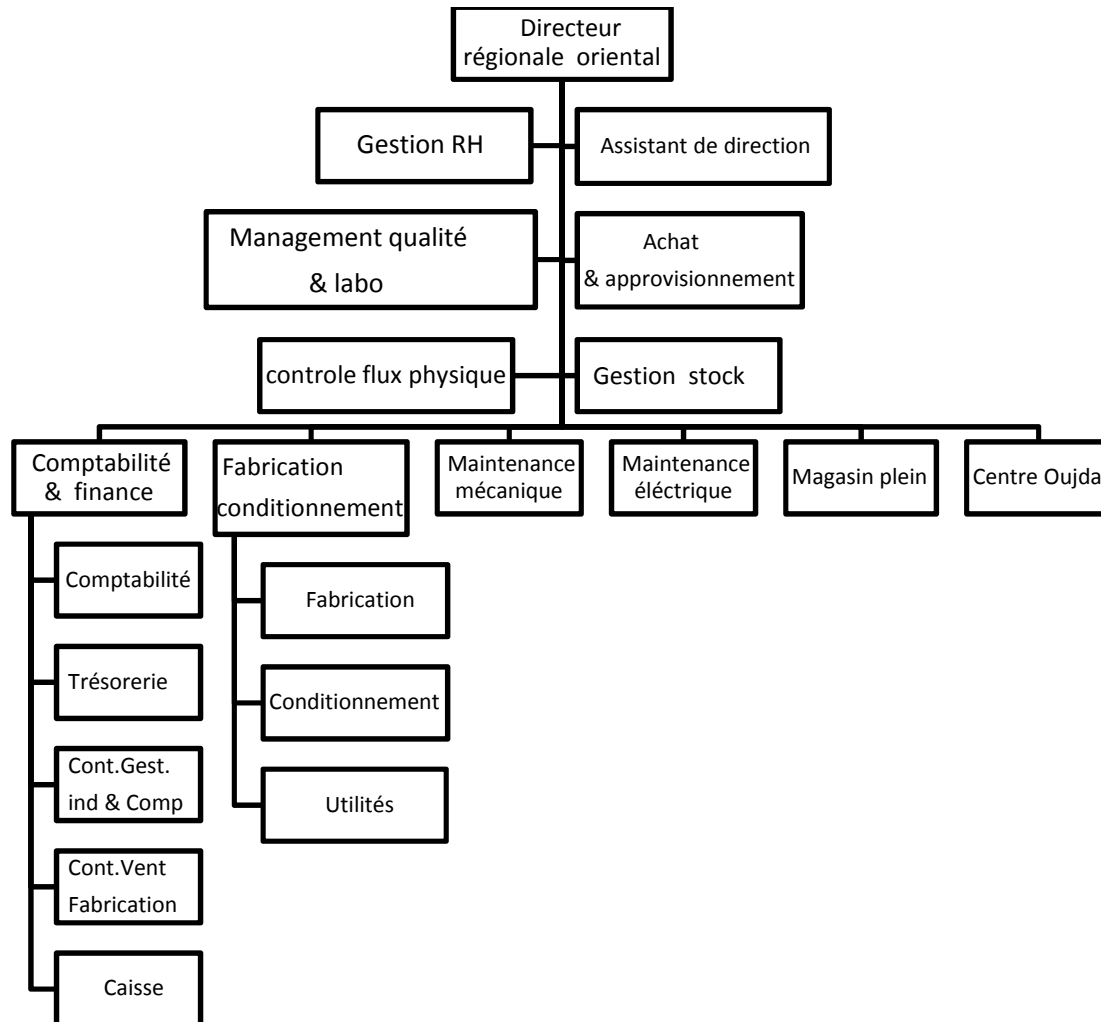


Figure 1

CHAPITRE2 : PROCESSUS DE FABRICATION

La fabrication de la bière comporte 8 étapes essentielles. Chacune de celles-ci comporte plusieurs variations. Voici le schéma simplifié de la fabrication de la bière :

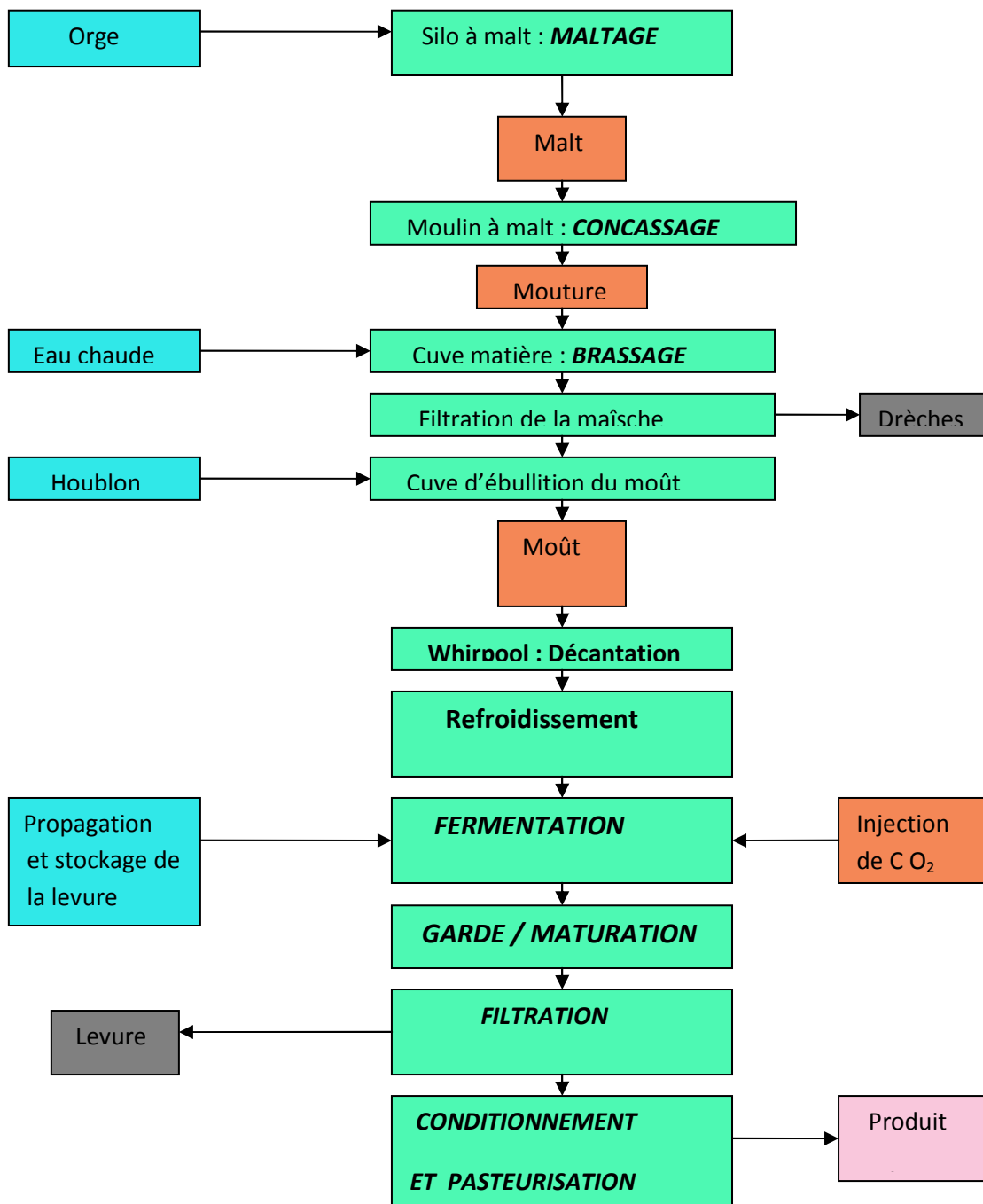


Figure 2 : schéma fabrication bière

2.1. Le maltage

Qu'est ce que le malt? Le malt est le produit de la transformation de l'orge en orge germée et torréfiée par les moyens industriels que nous allons décrire en les résumant au maximum. Pour la fabrication de la bière les brasseries ont besoin du malt tout préparé. Cette opération se fait en grand dans les malteries spécialisées (hors des brasseries).

Le maltage a pour but :

- de transformer l'amidon insoluble du grain d'orge en amidon soluble.
- de développer dans l'orge des enzymes qui agiront lors du brassage.
- de doter l'orge de l'arôme qui donnera son cachet à la bière.



Figure 3 : malt

2.2. 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. Toutefois, les particules internes doivent être assez fines pour offrir un maximum de surface d'attaque aux enzymes.

A BRANOMA, on utilise des moulins à 5 cylindres pour donner une mouture à 5 fractions différentes du malt : enveloppes, gros gruaux, petits gruaux, farine et fine farine.



Figure 4 : moulin

Les objectifs de la mouture

- Concasser le malt de façon à maintenir les écorces sert de support de filtration et si celles-ci sont broyées cela provoque un ralentissement ou un blocage de la filtration de la maiche.
- Éviter une mouture contenant une proportion très importante de fine farine, celle-ci peut former une couche imperméable pendant la filtration.
- Obtenir le maximum de fins gruaux qui peuvent être facilement solubilisés au cours du brassage.
- Adapter le réglage du moulin de façon à obtenir un profil granulométrique répétable garantissant un moût clair et un meilleur rendement de brassage.

2.3. 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.

3.1 Les caractéristiques de brassage à BRANOMA

- Brassage à densité élevée pour des raisons d'augmentation de volume de production avec faible investissement.
- Méthode par infusion grâce à sa simplicité et son coût énergétique réduit par rapport aux méthodes par décoction, mais elle nécessite un malt désagrégé avec un potentiel enzymatique élevé.

3.2 Les étapes de brassage

Le brassage comprend les étapes suivantes :

- L'empattage.
- La filtration
- La cuisson et le houblonnage.
- La clarification

2.4. Refroidissement

Son but est d'amener la température du mout chaud de la salle de brassage à une valeur basse pour la mise en vain, qui se situe à 70 °C environ pour une fermentation basse.

La production de froid est basée sur l'application des phénomènes suivants :

1. Les mélanges réfrigérants.
2. La détente d'un gaz comprimé (NH₂).
3. Le changement d'état d'un corps.

Le système de refroidissement industriel est important pour l'opération de fermentation. C'est une condition pour la multiplication de la levure et pour la stabilité de la bière au moment de la filtration et de la garde ou de refroidissement du mout. Il est basé sur un moyen technique semblable à celui utilisé au système de refroidissement de réfrigérateur, la seule différence c'est qu'on utilise l'ammoniac (T_c = -83°C), comme un gaz comprimé pour créer le froid.

2.5. La fermentation

BRANOMA possède une salle de fermentation contenant :

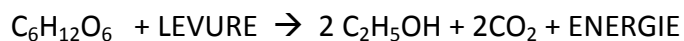
- Un refroidisseur (échangeur contre courant).
- 13 fermenteurs.
- 3 levuriers.
- Filtre à plaque (filtre à Kieselguhr).
- 3 tanks bière claire.

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 25 10⁶ cellules/ml du moût. Le moût clarifié et oxygéné est ensemencé juste à la sortie du réfrigérant avec de la levure liquide à raison de 0.5hl/hl du moût à 9°C.

On distingue deux types de fermentation, basse et haute. A BRANOMA, on utilise la fermentation basse, qui s'effectue à basse température (≤ 15 °C), permettant la récolte de la levure par un coup de froid qui favorise le rassemblement des cellules et leurs dépôts en bas du fermenteur, inhibant par la suite le développement des levures sauvages.

Le séjour du mélange moût et levure demeure 21 jours dans les cuves de fermentation, durant cette période la levure consomme 96% de sucres en libérant le gaz carbonique (CO₂) et l'alcool éthylique selon la réaction :



2.6. La maturation/Garde

Durant cette étape les transformations suivantes ont lieu :

- Saturation de la bière en CO₂ :

La teneur en CO₂ dans la bière en fin de la fermentation est de 2g/l, dans cette phase elle atteint 3.5 à 4g/l par un système de bondonnage à 0.5 °C (garde froide) permettant la solubilisation du CO₂ dans la bière.

- Clarification de la bière :

Les particules amorphes, les complexes tanins-protéines (trouble froid) et les levures mortes se déposent lentement pendant la garde (garde froide).

- Mûrissement et affinage de la bière :

On constate différentes transformations chimiques donnant des composés finaux qui caractérisent la flaveur de la bière et ses arômes.

2.7. 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.

La filtration n'est pas obligatoire mais elle est rendue nécessaire par les exigences des consommateurs qui veulent une bière claire et limpide et qui accordent une très grande importance à la couleur de la bière. Cependant, nombreux sont les brasseurs qui estiment que

la bière non filtrée est bien meilleure. L'amertume et le goût du malt ne sont plus aussi "fondus" : le cachet donné par la levure a disparu.

A BRANOMA la filtration est réalisée par un filtre à Kieselguhr.

Le Kieselguhr (silice amorphe, terre diatomée non calcinée et diatomite) ameublité la texture et augmente la surface interne de la couche filtrante.

La filtration s'effectue par tamisage ou par adsorption. Au fur et à mesure que la bière passe à travers la plaque filtrante, les particules sont arrêtées à la surface et obstruent graduellement les pores, il faut alors changer de plaque filtrante.



Figure 5 : filtre

2.8. Conditionnement

A BRANOMA, on trouve une ligne d'embouteillage automatisée qui travaille à une cadence de 30 000 bouteilles/h.

8.1 Processus de conditionnement

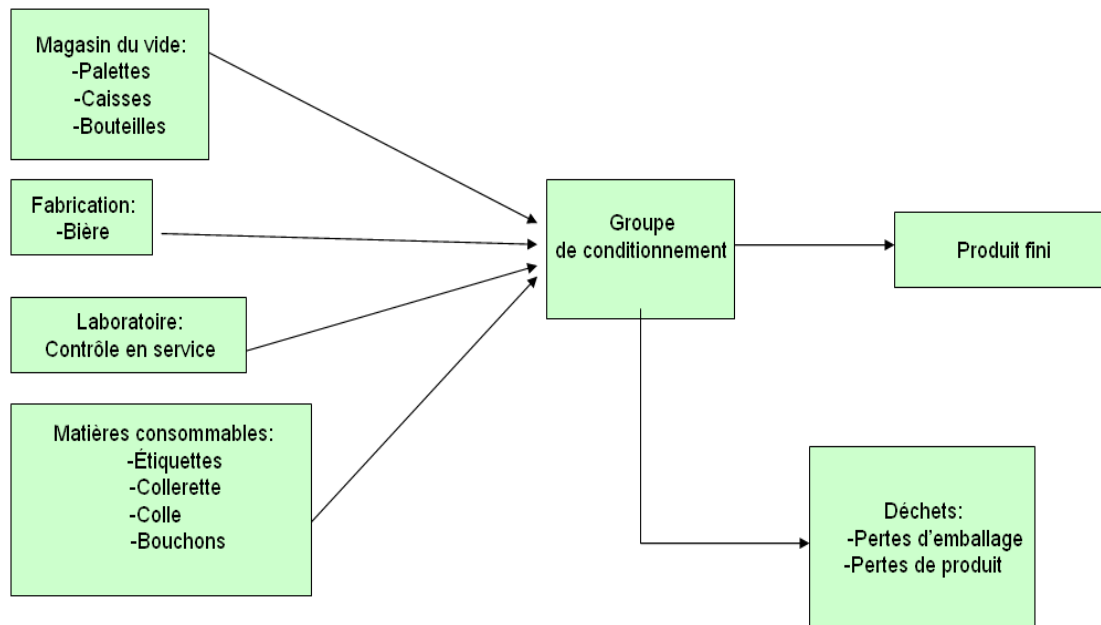


Figure 6

8.2 Organisation et fonctionnement des machines de conditionnement

- Dépalettiseur: Déchargement des palettes (une palette= 56 caisses ancien casier, ou 64 caisses nouveau casier).
- Décaisseuse: Déchargement des caisses (Dans une caisse 24 bouteilles).
- Laveuse des caisses: Lavage des caisses (une caisse=24 bouteilles)
- Laveuse bouteilles: Lavage des bouteilles (avec de l'eau chaude 70°C et 2,5% soude caustique pour 20mn de trempage)
- 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.

- **Soutireuse:** Remplissage des bouteilles par de la bière sous une pression de CO₂, et bouchage des bouteilles par des bouchons.
- **Inspectrice1:** Contrôle le niveau de bière dans les bouteilles ainsi que le bouchage.
- **Pasteurisateur:** Pasteurisation des bouteilles, des bouchons, et de la bière : pour éliminer des micro-organismes ou les endormir : d'où on peut déterminer la date de péremption de la bière : soit égale au temps équivalent pour que ces derniers prennent vie.

Pour pasteuriser la bière, il est nécessaire de la faire passer environ 15 min à 62°C, cette opération se fait par passage dans un tunnel équipé de 6 bains remplis d'eau à différentes températures :

- Deux bains à 38°C placés au début et à la fin du pasteurisateur.
- Deux bains à 50°C placés au début et à la fin du pasteurisateur.
- Un bain à 60°C : pré-pasteurisation.
- Un bain à 62°C : pasteurisation.

Les bouteilles remplies de bière passent sur un tapis roulant sous des douches d'eau chaude qui cède sa chaleur aux bouteilles.

- **Etiqueteuse:** Habillage des bouteilles: collage des étiquettes et des collerettes sur les bouteilles.
- **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.
- **Dateuse:** Impression de la date du jour et celle de la péremption pour chaque bouteille.
- **Machine SICPA (Douane)** : marquer chaque bouteille pour la taxe.
- **Encaisseuse:** Chargement des bouteilles dans des caisses.
- **Palettiseur:** Chargement des caisses dans des palettes.
- **Contrôleur des casiers pleins** : automatique : éjecter les caisses avec bouteilles manquantes ou sans bouchons.

CHAPITRE 3 : PROBLEMATIQUE DE LA TREMIE DE STOCKAGE

3.1. Description et mode de fonctionnement de la trémie de stockage de verre détruit

Cette installation se construit de deux trémies de stockage avec une hauteur de 12 m ayant des petites trappes de déchargement et un élévateur vertical faisant deux mouvements : monter et descendre à l'aide d'un moteur réducteur placé au sommet.



Figure 7 : trémie

Le moteur est lié a un peignon qui est aussi lié un autre par une chaine, le dernier peignon a son tour fait tourner un tambour dont il est reliée une corde métallique, et à l'aide de ce fil un chariot monte et descend et transmis le verre cassé vers la tête de la trémie.

Le chariot monte et descend à l'aide de quatre galets sur quatre pistes lubrifiées parallèles, deux sont droites et deux inclinés tendent vers la tête de la trémie pour vider le seau de verre cassé.



Figure 8 : chariot

Ce chariot est contrôlé par des fins de course électrique deux en bas et deux autres en haut.

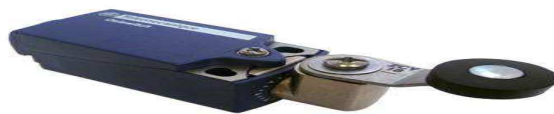


Figure 9 : fin course

Lorsqu'une trémie est remplie les employés amènent l'élévateur vers la deuxième trémie sur une glissière, et ça produit des risques importants sur les ouvriers car l'élévateur peut glisser et tomber sur l'un des employés.

Après le remplissage des trémies les employés ouvrent la trappe pour laisser passer le verre détruit à l'aide d'une corde accrochée à une poulie fixée sur la trémie pour charger des camions de transport.



Figure 10 : trappes

3.2. Détermination des besoins

- Installer un autre élévateur pour pouvoir remplir la deuxième trémie sans le déplacer ou bien introduire un moteur de forte puissance pour s'occuper de cette opération dans le but d'éviter les risques de glissement.
- Trouver une solution pour éviter le risque de chute du chariot d'élévation si les câbles sont endommagés.

3.3. Proposition de solutions

La trémie de stockage actuel a beaucoup de problèmes, pour cela on va proposer quelques solutions dans le but de les résoudre.

3.3.1 Convoyeur à bande

Le convoyeur à bande a pour fonction de transporter en continue des produits sur des distances qui peuvent atteindre jusqu'à 30 m, l'un des principaux composants du convoyeur est la bande dont la fonction est double :

- Recevoir le produit transporté.
- Transporter la force nécessaire pour déplacer cette charge.



Figure 11 : convoyeur à bande

Les surfaces de la bande sont en contact avec une série de rouleaux montés sur le châssis du convoyeur. A chaque extrémité du convoyeur, la bande s'enroule sur un tambour, l'un d'entre eux étant relié à un groupe d'entraînement pour transmettre le mouvement.

Les principaux composants du convoyeur nécessitent très peu de maintenance, à partir du moment où la conception et l'installation ont été correctement réalisées. La bande en tôle galvanisée ne nécessite que des réparations occasionnelles ou superficielles, et les rouleaux étant dotés d'une étanchéité à vie, n'ont pas besoin d'être lubrifiés.

Avantages des convoyeurs

- Réduction de la consommation d'énergie.
- Longs intervalles entre les périodes de maintenance.
- Indépendance du système par rapport à son environnement.
- Sécurisé, rapide et capable de supporter l'effort.

Mais l'inconvénient de cette installation, c'est qu'elle nécessite un grand espace, et cela n'est pas un possible pour la société. Pour cette raison, la solution de convoyeur à bande a été écartée.

3.3.2 Elévateur hélicoïdale

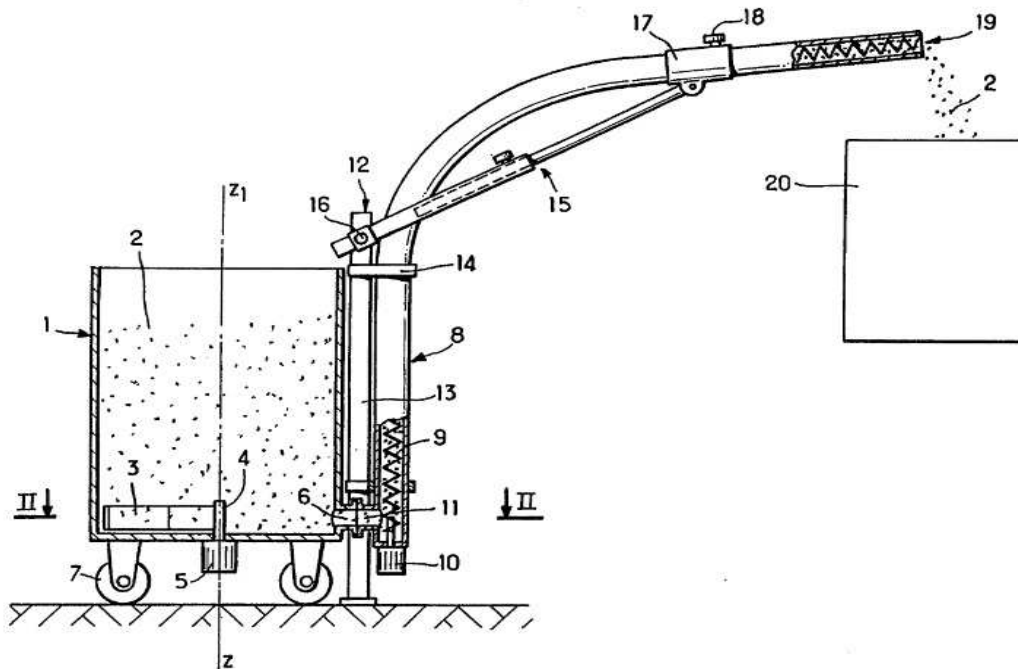


Figure 12 : élévateur hélicoïdale

1	Petite trémie	11	Entrée produit
2	Verre cassé	12	Potence
3	Pale tournante	13	Pilier vertical
4	Arbre axiale	15	Bras télescopique
5	Moteur	16	Articulation blocable
6	Ouverture de sortie	17	Manchon
7	Roue	18	Moyen de blocage
8	gaine	19	Sortie de produit
9	Spire hélicoïdale	20	Trémie de stockage
10	Moteur		

Description du système

Ce système est utilisé pour transporter des produits solides à l'état divisé, il est constitué :

D'une part, une petite trémie (1) à axe verticale, qui est équipée d'une ou plusieurs pales tournantes (3), montées sur un arbre d'entraînement axial (4), qui repoussent les produits divisés (2) contenus dans la trémie vers une ouverture de sortie (6) située à la périphérie de la trémie.

D'autre part, d'un élévateur flexible hélicoïdal comportant une spire hélicoïdale (9), entraînée en rotation dans une gaine externe flexible, dans lequel l'élévateur est accolé à la trémie, et suspendue à une potence (12) et comporte une ouverture d'entrée (11) qui reçoit les produits sortant de l'ouverture de sortie (6) de la trémie.

Ces deux ouvertures sont équipées de moyens de connexion permettant de les connecter temporairement et de les déconnecter facilement.

L'élévateur est fixé sur le pilier vertical (13), ainsi que le bras télescopique (15) qui est relié à l'extrémité supérieure de ce pilier par une articulation blocable (16).

Le bras télescopique porte un manchon (17) qui est relié par une articulation à l'extrémité supérieur du bras, et la gaine (8) passe à l'intérieur du manchon qui comporte des moyens de blocage.

L'élévateur est coaxial avec un récipient cylindrique, et le moteur (10) disposé au-dessous de ce récipient entraîne en rotation la spire hélicoïdale (9).

Mode de fonctionnement

Le moteur (5) entraîne les pales tournantes(3) qui sont montées sur l'arbre d'entraînement axiale(4) et repoussent le verre détruit vers l'ouverture de sortie (6) qui le transmet vers l'ouverture d'entrée (11) d'élévateur. Le deuxième moteur(10) entraîne en rotation la spire hélicoïdale (9) qui conduit aussi le produit divisé à l'intérieur de la gaine(8) qui est fixée sur le pilier (13) dont il est relié le bras télescopique (15) pour adapter celui-ci (gaine 8) à la position relative de la trémie.

Ce type d'élévateur peut avoir des difficultés d'enlever le verre cassé puisqu'il est lourd, il demande un moteur de forte puissance pour s'occuper de cette opération, c'est pourquoi on a pensé à une nouvelle solution.

3.3.3. Elévateur à godets

L'élevateur à godets est le plus efficace pour déplacer le verre détruit de diverses dimensions verticalement et le jeter à l'intérieur de la trémie. Il est fabriqué en acier au carbone de forte épaisseur avec traitement superficiel approprié par galvanisation à chaud. L'élevateur est composé d'une tête et d'un pied dans lesquels sont solidement montés les roulements des rouleaux du tapis.

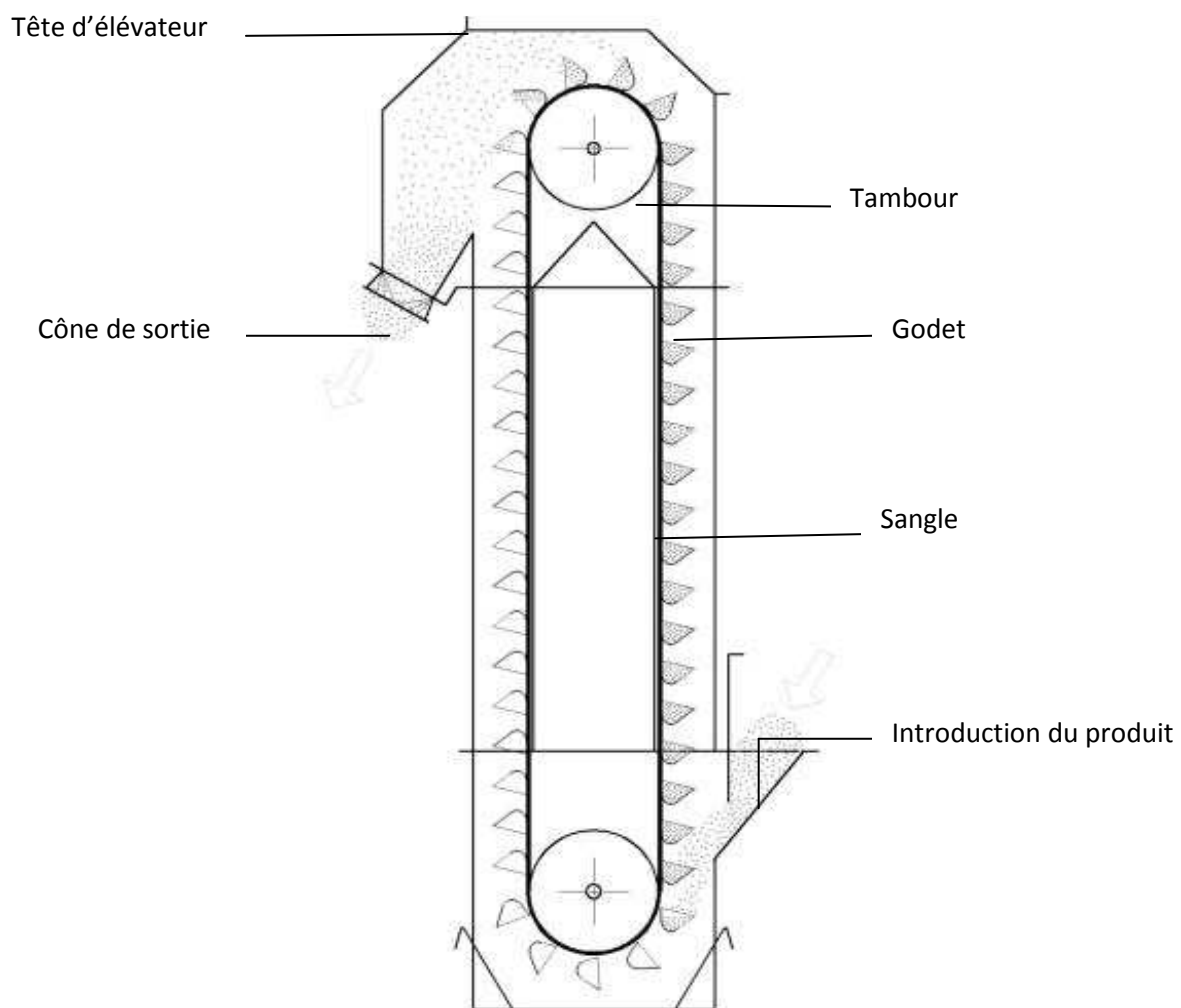


Figure 13 : élévateur à godets

Les godets peuvent être choisis en polyéthylène ou en acier et boulonnées sur le convoyeur. L'élevateur à godets est animé par un moteur. Il a une grande efficacité mécanique et demande moins d'entretien, ces facteurs prouvent compenser son coût initial élevé.

A. Principe de fonctionnement

Le produit arrive à la trémie d'entrée du pied de l'élévateur, ensuite il est saisi par les godets ayant une forme appropriée et ils sont fixés de manière équidistante sur un tapis convoyeur sans fin qui tourne autour des paliers tournants dans le pied et dans la tête. Les godets sont vidés à travers une bouche de déchargement incluse dans la section de tête par la force centrifuge, après avoir passé le palier de tête.

B. Avantages des élévateurs à godets

Fonctionnelles et performances

- Montage facile.
- Faible encombrement.
- Débit constant.
- Equipement de manutention silencieux ...

Robuste et sécurité

- Construction rigide.
- Revêtement anti-usure en tête et pied.
- Maintenance réduite et sécurité d'utilisation...

Ce type d'élévateur travail sans arrêt, il demande une grande quantité de verre cassé pour la transporter, aussi son prix est un peu élevé.

3.3.4 Solution choisie

Pour choisir une des trois solutions, j'ai réalisé une réunion avec mon encadrant à l'entreprise. Durant cette réunion j'ai exposé les trois solutions, les avantages et les inconvénients de chaque proposition. Nous avons pu déduire que la solution la mieux adaptée est l'élévateur à godet. Ce choix est justifié par plusieurs arguments :

- Encombrement minimale
- Adaptation pour des hauteurs d'élévations assez importante.
- La maintenance de l'installation est très pratique, puisque une simple étude AMDEC complémentaire nous permettra par la suite de réaliser un programme de maintenance préventif complet.
- Structure muni de matériaux spéciaux qui résistent à l'usure continue du verre, les godets seront métalliques, et la bande de support est en métal souple, ces points permettront longévité élevé pour toute la structure.
- L'usine BRANOMA est certifié ISO 22000, et donc selon les directives de cette norme, la sécurité des personne et de l'environnement est primordiale, cette solution technique répondra parfaitement à ces exigences lors des audites sécurité.
- Enfin nous avons abordé également de manière bref, le coté sécurité électrique avec les responsable du projet, des arrêts d'urgences de sectionnement électrique doivent être installés sur les deux futures élévateurs.

Conclusion

Ce projet de fin d'étude représente pour l'étudiant en licence une première occasion pour comprendre et s'intégrer dans le monde industriel. La société BRANOMA ma offert cette chance.

Durant la période de stage, il m'a été confié d'analyser l'installation d'un élévateur de verre détruis destiné au recyclage. En effet de problèmes de fiabilité et de sécurité sur l'installation ont été remarques. Le levage du verre cassé était réalisé par un principe très basique consistant en le déplacement vertical d'un chariot par des câbles.

J'ai proposé une liste de solutions basées sur des technologies plus avancées. Ensuite un choix de la solution la mieux adaptés est fait en concertation avec les responsables de l'usine. En effet le levage le plus fiable et qui offre le maximum de sécurité, est celui réalisé par un élévateur à godets.

La solution et l'étude que j'ai proposé seront la base du cahier charge du maître d'ouvrage responsable de la mise en place du nouveau système d'élévation.

Ce stage, en plus du projet que j'ai réalisé, était une occasion pour voir de près le fonctionnement d'une entreprise industrielle et d'enrichir mes connaissances techniques et développer mon savoir faire. Une telle expérience ne peut qu'être un véritable tremplin pour ma modeste carrière, et une vraie opportunité d'initiation au mode professionnel.

Références et bibliographies

http://www.damas.com	05/05/2013
http://www.denis.fr	09/05/2013
http://www.manfredinieschianchi.com	09/05/2013
http://www.groupetoy.com/toy/fichiers/trm.../Ely_vateur_yy_godet_Complet.pdf	15/05/2013
http://www.rulmeca.com	15/05/2013
http://www.ficap.fr/convoyeurs	30/05/2013
http://www.electra.fr	03/06/2013