

SOMMAIRE :

Introduction Générale	1
Présentation de lieu la société.....	2
Organigramme de la société lesaffre maroc.....	3
Description et activités du laboratoire d'analyses	
1. Laboratoire de microbiologie :.....	4
2. Laboratoire physico-chimique :.....	4
CHAPITRE 1:ETUDES BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralités sur la levure	
1.1. Définition :	5
1.2. Caractéristique :.....	5
1.3. Développement de la levure :.....	6
1.4. Reproduction	7
1.5 Les différentes formes de la levure	8
II. Les étapes de production de la levure	
2.1-Ensemencement	9
2.2-Pré fermentation	10
2.3-Fermentation	10
2.4-Séparation	10
2.5-Stockage « crème commerciale »	11
2.6-Filtration	11
2.7-Séchage	12
2.8-Emballage.....	12
2.9-Stockage.....	12

Chapitre 2 : Processus de Traitement de la mélasse brute

1. Définition.....	14
2. Type de mélasse	15
2. Les différentes étapes du traitement de la mélasse :	
a-Dilution.....	16
b-clarification.....	17
c-Stérilisation.....	18
d- Refroidissement.....	19
e- La distribution.....	19

CHPITRE 3: METHODES D'ETUDES ET D'ANALYSES

I. Mesures effectuée sur la mélasse :

1. Détermination du taux du saccharose	21
1.1Rôle de saccharose.....	21
1.2-Analyse de saccharose	22
1.3-Résultats et interprétations	23
2. Détermination du taux du sucre libres.....	24
2.1- présentation.....	24
2.2- Résultat et interprétation.....	25
3. Détermination de matière sèche:.....	27
3.1-Résultat et interprétation.....	28
4. Détermination du taux de coloration.....	29
4.1- présentation.....	30
4.2-Analyse de coloration	31
4.3- Résultat et interprétation.....	31
Conclusion.....	32

Introduction Générale

L'industrie agroalimentaire est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières, en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine.

LESAFFRE MAROC, est comme toute industrie alimentaire, face à l'importance du pain dans la vie des marocains, exerce son savoir-faire et propose des produits et service à base de levure, que l'on ajoute au pain.

Par ailleurs, et dans le but de protéger l'environnement LESAFFRE MAROC s'est engagé dans un processus de traitement de ses rejets industriels.

Ce travail s'insère dans ce contexte et concerne la caractérisation des rejets au niveau de clarificateur utilisé pour éliminer les boues de la mélasse, source de Saccharose pour la levure.

Ce rapport comporte trois chapitres :

- *le premier chapitre* portera sur une étude bibliographique concernant quelques généralités sur la levure et les étapes de sa production industrielle, ainsi qu'un aperçu sur la mélasse.
- *le deuxième chapitre* décrira les différentes analyses physico-chimiques effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité de l'entreprise ;
- *le troisième chapitre* présentera les résultats de suivi des paramètres physicochimiques et chimiques de la mélasse au cours de sa clarification.

Présentation de la société

Créée en 1975, la Soders « la société des dérivés du sucre », est depuis 1993 majoritairement détenue par le groupe français Lesaffre. Elle est ainsi devenue la première entreprise privatisée du Maroc. Elle bénéficie de l'expérience et de la maîtrise technique du leader mondial de la fabrication de levure de panification.

Basée à Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui bénéficie d'une politique salariale attractive et des possibilités de formation continue d'un grand groupe, qui a su conserver les valeurs humaines d'une entreprise familiale.

Lesaffre fabrique et commercialise au Maroc de la levure et des améliorants de panification des marques suivantes :

- **JAUDA** pour la levure fraîche.
- **RAFIAA et NEVADA** pour la levure sèche, ainsi qu'un type spécial destiné pour satisfaire les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.
- **IBIS bleu et MAGIMIX** pour les améliorants; produits qui apportent au consommateur le pain qu'il apprécie que ce soit en terme de volume, de texture et couleur, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr le goût .

Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché de professionnels. Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe lesaffre, la soders possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques.

La qualité de levure est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : forte fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique.

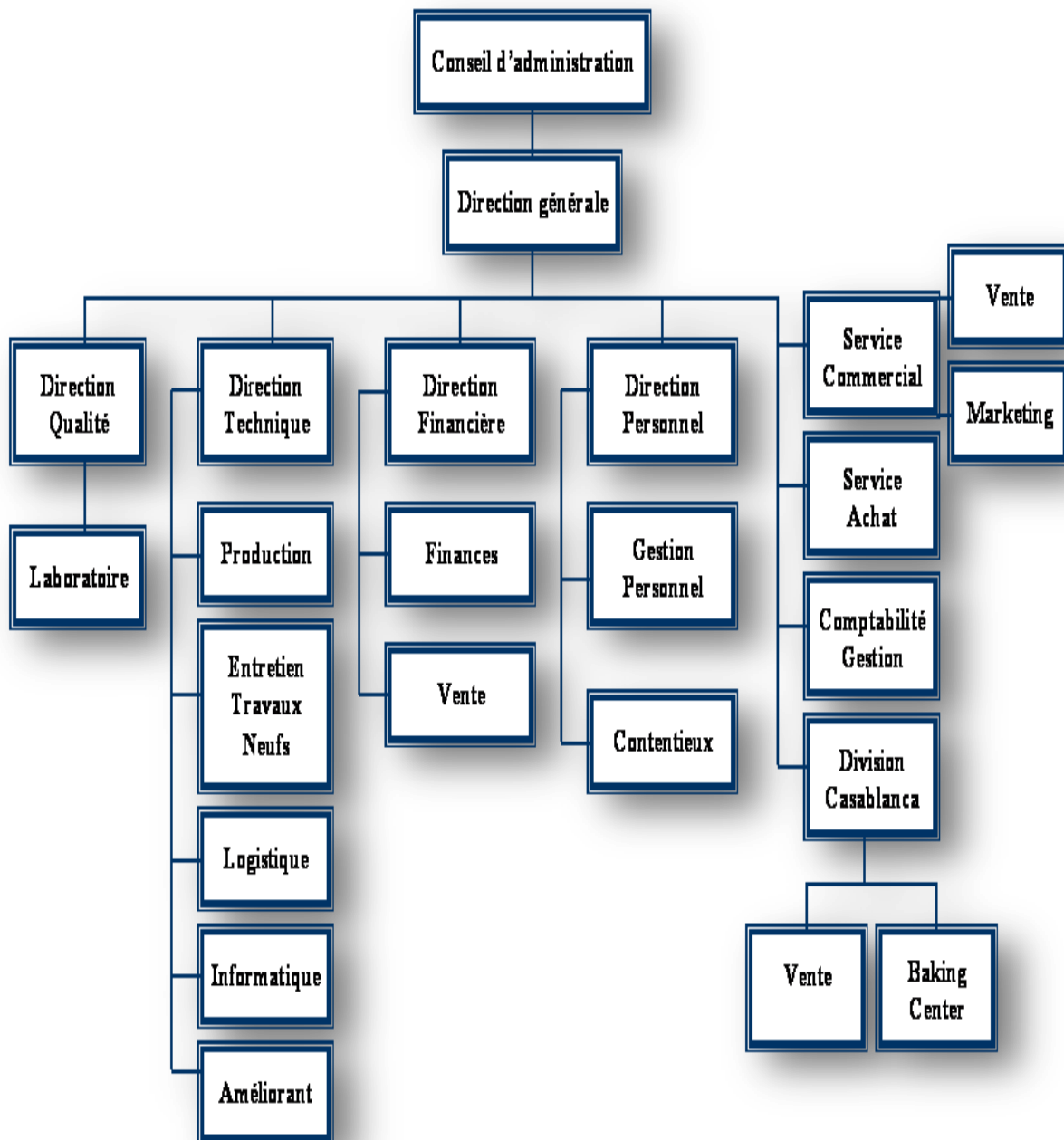
Entre 1993 et 2004, l'entreprise a investi 200 Millions de DH dans la modernisation de ses outils de production.

En 2004, La Soders fait l'achat de SNA : Société Nouvelle de l'Alimentation, elle est spécialisée dans les produits de pâtisserie au Maroc. Elle commercialise les levures, les améliorants ainsi une gamme de produits de pâtisserie et le petit matériel de haute qualité.

En 2006, il y avait la création de la nouvelle station de Son siège est situé au quartier industriel SIDI BRAHIM Fès. Elle produit environ 30.000 tonnes de levures par an avec un effectif de 200 personnes et un capital de 30.800.000 DH, elle est subdivisée en un site de production à Fès et un BANKING CENTER à Casablanca. Traitement de la mélasse et d'un nouveau laboratoire.

Par ailleurs, le service qualité de la soders assure un suivi des produits en faisant réaliser quotidiennement des contrôles depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison aux clients, il valide à chaque étape de fabrication la conformité des produits à un cahier de charge très strict.

ORGANIGRAME DE LA SOCIETE LESAFFRE MAROC



Description et activités du laboratoire d'analyses

Le laboratoire d'analyses de **LESAFFRE MAROC**, dans sa nouvelle conception, joue un rôle très important dans la démarche qualité qui constitue l'une des priorités de la société.

Ainsi, il se compose de deux laboratoires :



Laboratoire de microbiologie :

La validité des contrôles microbiologiques, nécessite notamment l'obtention de résultats d'analyses fiables. La fiabilité des résultats implique l'utilisation de méthodes validées, mises en œuvre par un laboratoire compétent.

C'est pour cela que l'usine exige un système d'épuration d'air, un personnel hautement qualifié et expérimenté, un climat professionnel encourageant, et la vaillance d'un chef de laboratoire dont le plus grand souci est la qualité des analyses et la sensibilisation permanente des techniciens aux principes et règlements relatifs à l'hygiène.

Ce laboratoire comporte quatre salles:

Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.

Salle des préparations pour la préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ont lieu.

Salle de stockage des matières premières.

Et enfin une salle des analyses bactériologiques.



Laboratoire physico-chimique :

Il est équipé de matériels sophistiqués, alimenté de différents types d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau RADEEF) utilisées selon les besoins, et fait appel à un personnel qualifié effectuant quotidiennement des analyses physico-chimiques et veillant toujours à bien respecter

Les consignes du responsable de laboratoire qui lui-même participe à l'application du plan de contrôle et une efficace démarche qualité par la surveillance instantanée et dans un climat de travail favorable.

Il est constitué de trois salles:

- Salle de panification où s'évalue la force panaire.
- Salle de stockage où se trouvent tous les produits initiaux et le matériel.
- Salle d'analyse physico-chimique répartie elle-même en trois sections:
 - Section des analyses d'azote et de phosphate.
 - Section des analyses de la mélasse.
 - Section des analyses de l'eau.

Les deux laboratoires communiquent entre eux par une laverie où se fait le nettoyage du matériel ainsi que la destruction des produits contaminés.

Généralités sur la levure :

1.1. Définition :

La levure est une cellule vivante microscopique unicellulaires et eucaryotes de la famille de champignons son nom scientifique est : *saccharomyces cerevisiae*, le latin « saccharo » signifie doux ou sucre et « myces » désigne moisissure.

Saccharomyces cerevisiae, elle a été découverte par le scientifique, chimiste et physicien de formation LOUIS PASTEUR en 1875. c'est un micro-organisme de forme variable selon l'espèce sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire mais généralement ovales d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 microns se multiplient par bourgeonnement.

Le terme courant de levure désigne généralement le genre *saccharomyces*, levure de bière ou levure de boulangerie.

1.2. Caractéristique :

Elles sont capable de :

- Dégradé les aliments qui se trouvent dans leurs milieu de culture grâce à une gamme très étendue d'enzymes d'hydrolyse telles que des lipases, protéases, saccharases, et lactases.
- Effectuer presque toutes les synthèses dont elles ont besoin pour leur croissance.

Il existe plus de 500 espèces de levures, mais seulement une petite partie de celles-ci est considérée comme ayant une importance commerciale, parmi elles, celle utilisée dans la fabrication de la levure boulangère.

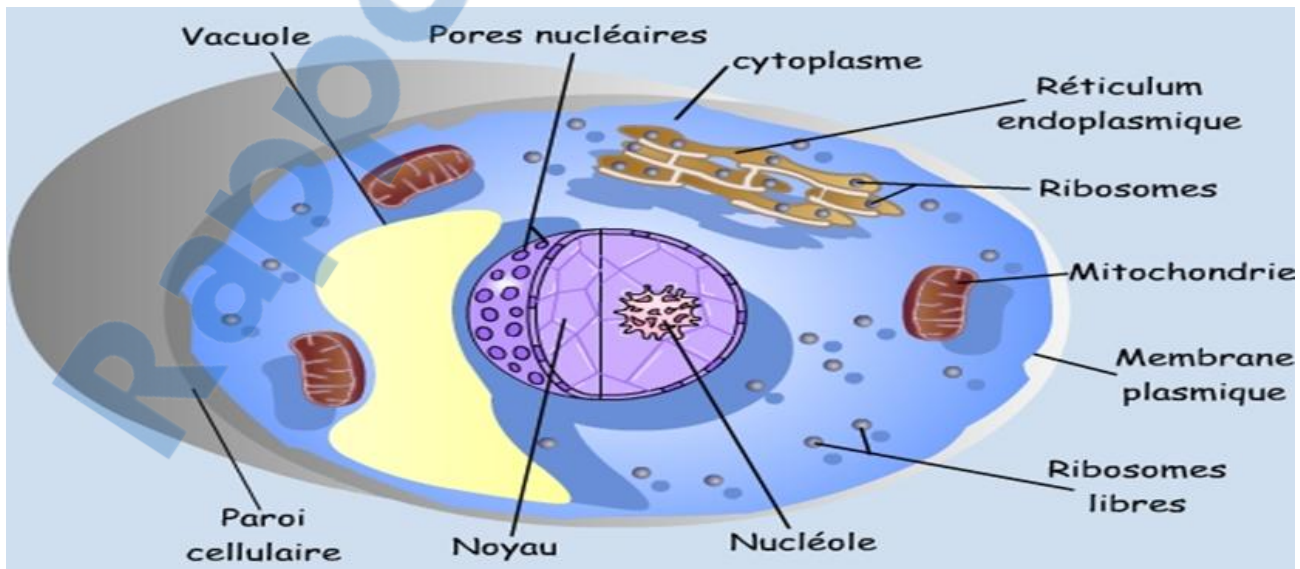


Figure 1: Structure d'une cellule de levure de boulangerie (*saccharomyces cerevisiae*)

- Une membrane cytoplasmique, protégée par la paroi cellulaire, assurant les échanges avec l'extérieur.
- Un cytoplasme, une sorte de gelée, constituant le substrat même de la vie de la cellule.
- Un noyau, qui contient les chromosomes (**éléments qui portent les caractéristiques génétiques**), réglant la transmission des caractères héréditaires et l'essentiel des réactions qui se produisent à l'intérieur de la cellule.
- Des vacuoles emmagasinant les substances de réserve diverses.
- Des mitochondries qui sont les véritables centrales énergétiques de la cellule lorsque celle-ci fonctionne en présence d'oxygène. Leur rôle est d'utiliser les sucres mis à la disposition de la levure pour produire de l'énergie et permettre ainsi à la cellule d'assurer sa croissance.
- Des ribosomes qui sont de petites structures (**ou organites**) présentes dans le cytoplasme des cellules. Ce sont eux qui assemblent les acides aminés pour former les protéines. Ils suivent pour cela le plan de montage contenu dans l'ADN (**ARN messenger**).

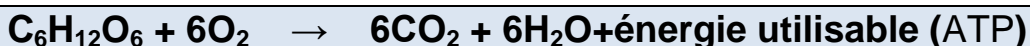
1.3. Développement de la levure :

La levure de boulangerie (**saccharomyces cerevisiae**) appartient à un groupe relativement mineur de levures : les levures aérobies facultatives et fermentaires capables d'utiliser le glucose en présence ou en absence d'oxygène et de fermenter le glucose même en présence d'air.

• En aérobiose (en présence d'air) :

Les levures respirent et se multiplient abondamment, sans formation d'alcool. Le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau.

Ce phénomène s'accompagne d'une libération importante d'énergie qui leur permet de croître et de se multiplier par bourgeonnement.



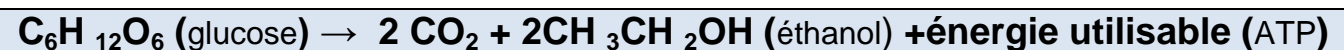
Lorsque les deux cellules ont la même grosseur, elles se séparent et le bourgeonnement des cellules se poursuit.

Ce processus métabolique est celui de la respiration.

Il est exploité par les levurières pour multiplier les cellules.

• En anaérobiose (privé d'air) :

La levure ne trouve plus d'oxygène. Le sucre fourni par la farine est transformé en alcool (**é vaporé à la cuisson**) et en gaz carbonique, témoins du processus métabolique de la fermentation, ainsi qu'une quantité faible d'énergie pour que la levure puisse vivre mais pas pour se multiplier.



1.4. *Reproduction :*

Les modes de reproduction varient en fonction des espèces de levure. La plupart des levures se reproduisent par bourgeonnement : une petite hernie apparaît en un point de la surface d'une cellule mère, grossit et s'étrangle. Le bourgeon (cellule fille) se détache alors, grossit encore et bourgeonne à son tour.

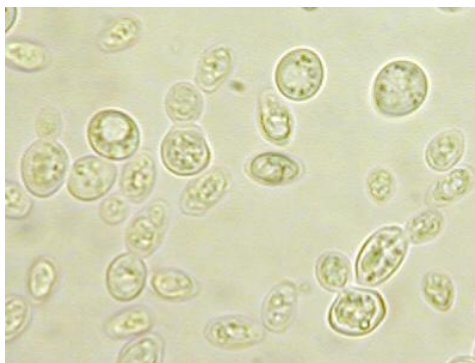


Figure 2 : Microscopique de *S.cerevisiae* (LESAFFRE Maroc)

Le génome haploïde (nombre de chromosomes) de la levure contient 16 chromosomes. Les cellules haploïdes peuvent se diviser par mitose et générer des clones. La division s'effectue par bourgeonnement donnant deux cellules de tailles différentes : la cellule mère et la cellule fille. La cellule diploïde résultant de la fusion peut aussi se diviser par mitose. Lorsqu'une carence en nutriment se produit, la cellule effectue une méiose : Elle produit 4 spores haploïdes empaquetées dans un asque (les spores sont appelées des ascospores) que l'on appelle une tétrade.

1.5. *Les différentes formes de la levure :*

Lesaffre est le premier intervenant sur le marché de la levure avec des marques reconnues par les boulangers pour leur performance et leur régularité. Parmi celles-ci, saf-instant, est une référence mondiale en termes de qualité sur le marché de la levure sèche. L'hirondelle, marque historique de Lesaffre est utilisée par des générations de boulangers depuis 1895. C'est la marque de levure pressée la plus utilisée dans le monde. Lesaffre a mis au point différentes formes de levures pour répondre à toutes les attentes des boulangers. La levure est utilisée fraîche ou sèche selon les pays, leur tradition et leur environnement.

- **Levure pressée ou fraîche :**

Sous forme de cube, conditionnée en pain de 500 g sous la dénomination de Jaouda.

La levure pressée est la plus répandue dans les pays industrialisés. La marque de levure pressée l'hirondelle, proposée par Lesaffre, est la plus utilisée dans le monde.

Elle contient entre 28 et 35% de matière sèche. Très friable, elle s'incorpore facilement dans le pétrin. Stockée au froid entre 0° et 10 °C,

- **Levure liquide :**

Jusqu'en 1825, date de l'introduction de la levure pressée, la levure était commercialisée à l'état liquide. Le retour à cette forme correspond à une demande de la boulangerie industrielle.



Figure 3 : Levure liquide

- **Levure sèche active :**

Dans les zones climatiques humides, la levure sèche active est particulièrement appréciée pour sa stabilité à température ambiante.

La réactivation de la levure sèche active se fait par réhydratation à une température comprise entre 35 et 40 °C, l'optimum étant de 38 °C. Après un temps de repos, la levure sèche active se met très rapidement en suspension pour retrouver les mêmes avantages que la levure liquide.

La levure sèche active se présente sous forme de granulés ou sphérules emballées sous air. Elle est conditionnée en boîtes de 125 et 500 g, en sachets de 50 et 100 g, en sacs de 10 et 25 kg ou en fûts plastiques de 25 kg.



Figure 4 : levure sèche active

- **Levure sèche instantanée :**

La levure sèche instantanée est obtenue à partir d'une levure pressée déshydratée. Elle se présente sous forme de vermicelles, des petits bâtons fissurés emballés sous vide ou sous azote dans des sachets de 125 g, 500 g. Les sachets sous vide d'air garantissent la stabilité du produit à température ambiante jusqu'à la date figurant sur son emballage.

Des sachets de levure sèche instantanée de 7 à 11 g sous gaz neutre sont également disponibles pour l'utilisation domestique.



Figure 5 : Levure sèche instantanée

II. Les étapes de production de la levure :

Le fabricant de levure a pour objectif de produire une grande quantité de cellules vivantes biomasse. De la phase laboratoire aux cuves industrielles, il favorise la multiplication des cellules dans des conditions optimales (mélasse, température, pH...).

Les souches de levures sont des individus uniques. C'est l'association de levures sélectionnées et de procédés industriels spécifiques qui permet d'obtenir des produits performants et adaptés aux attentes des utilisateurs.

2.1-Ensemencement :

Chaque mois la société LESAFFRE Maroc reçoit 2 souches de *Saccharomyces cerevisiae*, une est destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche. Ces souches sont ensemencées dans des tubes dans un milieu nutritif spécifique à la croissance des levures pour préparer 60 tubes par mois (30 tubes pour chaque souche), cette étape exige un travail dans des conditions aseptiques pour éviter le risque de contamination, puis on transvase le contenu des tubes dans un petit cône (250ml) appelé « van Lear » dont le milieu nutritif très riche (sucre Vitamine, sels,) rendra possible une première multiplication et donc la production de nombreuses cellules exactement identiques, puis, on les déplace dans le plus grand cône (7L) appelé « Carlsberg » où elles se multiplient à nouveau, puis on fait passer le contenu dans une cuve de 800 L. Pour cette fois on donne la mélasse comme produit nutritif au lieu de sucre commercial.

2.2-Pré fermentation :

Après l'incubation dans la cuve de 800L le mout obtenu passe à la cuve de pré fermentation où on ajoute de la mélasse et l'eau et les autres éléments comme l'urée qui contient de l'azote, phosphate, le sulfate, chlorure de magnésium, les vitamines que la levure nécessite pour sa multiplication et l'acide

sulfurique(H_2SO_4) car les levures vivent dans les milieux acides ainsi l'oxygène qui provient de l'air on contrôle aussi le pH qui doit être compris entre 3,4 et 4,5 tout en agitant. La levure aérée grâce à l'oxygène de l'air.

2.3-Fermentation :

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation qui se fait dans des grandes cuves. Dans cette étape l'alimentation en mélasse et les autres ingrédients (Phosphate d'ammonium ou d'ammoniaque : source d'azote ou de phosphate) et L'oxygène (pour favoriser le développement de la biomasse) est continue. Après un temps de 17h, on aura une grande population de levure sous forme liquide qu'on appelle le mout.

On ajoute aussi une anti-mousse pour éviter les mousses qui se produisent lors de la fermentation.

Les facteurs qui influencent la levure sont la température, le pH et le taux d'alcool. La température est contrôlée à l'aide d'un régulateur lié à un échangeur de chaleur qui refroidit le mout pour ne tue pas la levure.

La fermentation se fait en présence d'oxygène pour minimiser la formation d'alcool car celui-ci donne une couleur désagréable à la levure.

2.4-Séparation :

La séparation se fait dans deux étapes de la fermentation : après l'obtention de la levure mère et la levure commerciale. Le moût obtenu à la sortie des fermenteurs contient les cellules de levures et une solution liquide de qui contiennent les restes du milieu nutritif. Pour éliminer ces déchets on utilise des séparateurs qui fonctionnent par centrifugation. On obtient un liquide dense (**crème**) et un liquide léger, c'est le moût d'élevure qui est rejeté vers les égouts.

La séparation en fin de fermentation a pour double objectif :

- ✓ De réduire le volume de la suspension de levure
- ✓ De permettre le lavage de la crème de levure
- ✓ Il est possible d'optimiser la séparation en agissant sur deux paramètres :
- ✓ La durée de séparation
- ✓ Le débit

2.5-Stockage « crème commerciale » :

La crème obtenue après la séparation est acidifiée par l'acide sulfurique à pH = 2 pour éviter la contamination, et stockée à 4°C pour ralentir le métabolisme cellulaire. Le système de refroidissement se fait par un échange thermique entre la crème et le liquide de refroidissement: l'eau glycolée.

2.6-Filtration :

La filtration se fait à l'aide de 3 filtres à vide rotatifs, ensuite la levure est enlevée du cylindre au moyen d'un couteau racleur, la levure sous forme de pâte tombe dans des trémies ou elle est mélangée avec une huile végétale qui rend sa couleur plus claire. La levure est coupée sous forme de parallépipèdes selon un poids entré en consigne (500g).

2.7 -Séchage :

On distingue deux types de la levure sèche :

➤ ***La levure sèche active ou SPH ou réhydratation :***

Sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ quatre heures pour une qualité de **400kg** à **500kg**, et s'effectue à **45°C**.

La levure sort du filtre à l'état pâteux et passe dans un mélangeur puis dans une grille percée de trous pour avoir une granulométrie bien déterminée.

La levure granulée est récupérée dans des bols pour passer dans des séchoirs qui fonctionnent par l'envoi d'un courant d'air sec et chaud auparavant filtré sur la levure granulée.

➤ ***La levure sèche instantanée ou SPI :***

Sous forme des bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, durant **20min** environ pour une quantité de **1000Kg**, elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la **SPH**.

2.8-Emballage :

➤ **Emballage de la levure fraîche :**

S'effectue grâce à une machine spéciale, constituée d'une boudineuse, découpeuse et enveloppeuse.

Quand le gâteau de la levure fraîche passe par cette machine, on aura à la fin un produit fini sous forme de paquets de poids nette de **500 g**, qu'on met en cartons disposés sur des palettes de manière à avoir un vide entre eux pour faciliter la circulation d'air froid.

➤ **Emballage de la sèche :**

Après le séchage la levure passe dans un appareil d'emballage spécifique qui aspire l'air des paquets pour une conservation à longue durée.

2.9-Stockage :

• Levure fraîche

Les palettes sont envoyées vers une chambre froide à une température de 2°C. La distribution de la levure est assurée par des camions frigorifiques

• Levure sèche

Elle est stockée à la température ambiante.

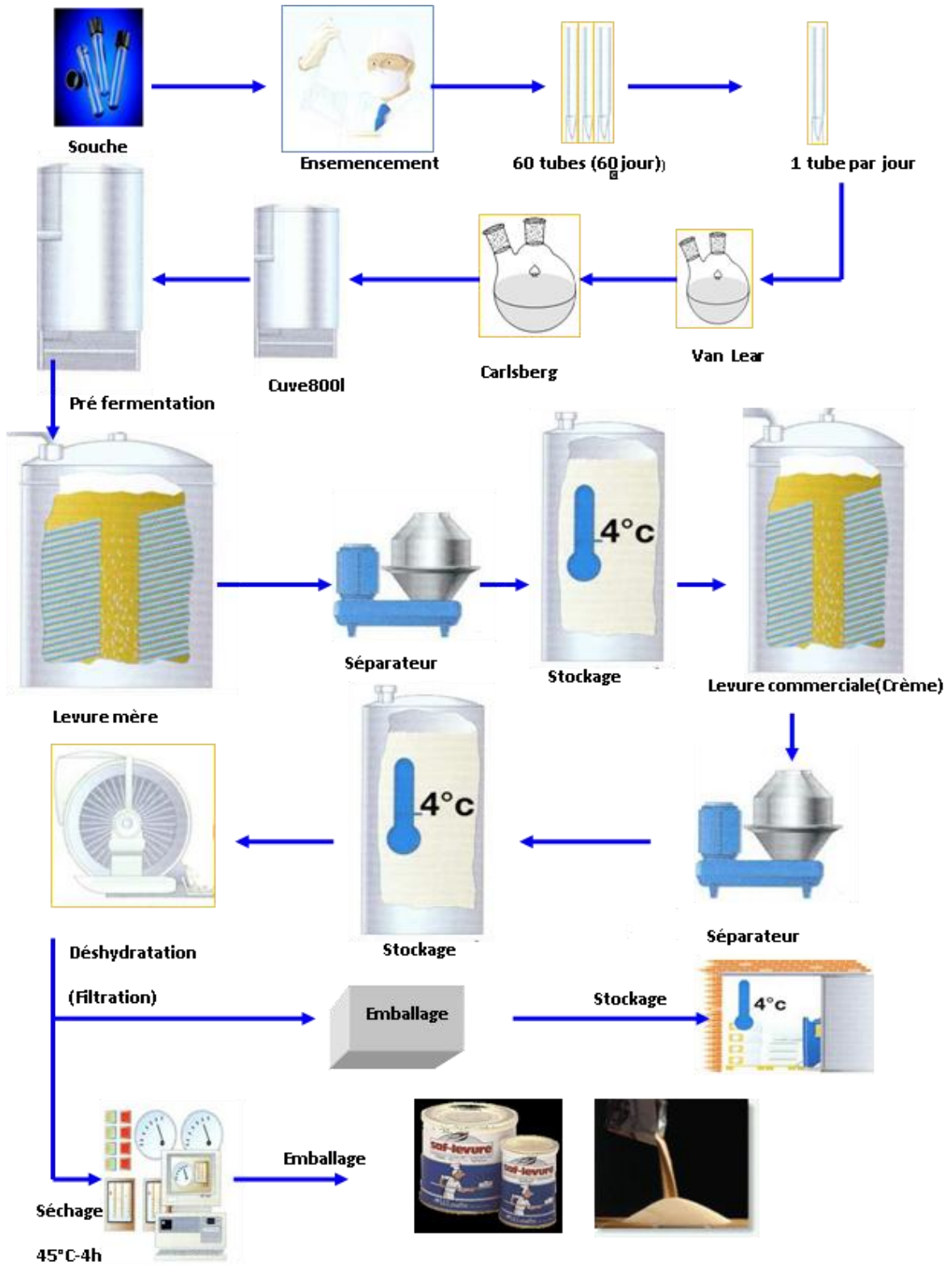


Figure 7 : Schéma général des étapes de production de la levure

1. Définition de mélasse:

La mélasse est le coproduit final du raffinage du Sucre qui provient de la canne à Sucre et la betterave (88% betterave + 12% canne), moins calorifique que le saccharose. C'est un **sirop** très épais et très visqueux constituant un résidu **du raffinage** du **sucre** extrait de la **canne à sucre** ou de **la betterave**. Moins calorifique que le saccharose (280kcal pour 100 g contre 375Kcal), la mélasse contient de la vitamine B et des minéraux (**calcium, potassium, fer, cuivre,...**), ce qui n'est pas le cas du **sucre blanc** cristallisé.

Il s'agit d'une matière qui contient environ la moitié de son poids en saccharose, celui-ci étant toutefois (**sauf traitement spécial**) non cristallisable en raison des impuretés qu'il contient.



Figure 8 : mélasse brute

Il y a deux types d'origine de mélasse :



Figure 9 : betterave sucrière



figure 10 : canne à sucre

- ✓ **La mélasse de canne** présente une forte appétence due à l'odeur et contient généralement plus de sucre que la mélasse de betterave (53 à 54 %).

- ✓ *La mélasse de betterave* est légèrement moins riche en sucre (48 %), elle est moins appréciée que la mélasse de canne.

Il est à noter que la levure a besoin de la biotine (vitamine H) pour sa croissance. Les mélasses de canne sont riches en cette vitamine. Dans le cas de fermentation sur mélasses de betterave ou d'autres substrats carbonés comme des hydrolysats d'ammoniums, cette vitamine doit être ajoutée à raison de 60 à 100µg pour 100g de matières de levure produite.

Les autres vitamines sont habituellement présentes en quantités suffisantes dans les mélasses.

Les vitamines B1 et B6 sont quelques fois ajoutées pour améliorer l'activité fermentative de la levure.

Le taux d'azote de la levure de boulangerie varie de 6 à 9% sur matières sèches soit 35 à 56% de protéines. La composition azotée dépend de la qualité souhaitée : une levure riche en azote est plus active mais moins stable.

L'apport d'azote dans le milieu se fait habituellement sous forme d'hydroxyde ou de sels d'ammoniums (sulfate ou phosphate) ou d'urée. Cette dernière, qui exige pour sa bonne assimilation des niveaux élevés de biotine, est utilisée principalement avec la mélasse de canne.

Il faut signaler qu'il y a un manque de phosphore dans la mélasse c'est pourquoi qu'il est souvent ajouté sous forme d'acide phosphorique ou d'un de ses sels.

Les mélasses contiennent suffisamment de calcium, de potassium, et de soufre, mais pas assez de magnésium, il doit être ajouté.

Par ailleurs, les mélasses peuvent, dans certains cas, présenter une toxicité pour la croissance des levures. Les éléments toxiques sont mal définis ; ils peuvent provenir des techniques agricoles ou sucrières (ammonium quaternaire, sulfites, fongicides), de minéraux en excès (Na⁺) ou encore d'acides gras à chaînes courtes.

C'est pour cette raison que dans le processus de levurière, la mélasse doit être filtrée, diluée, clarifiée et stérilisée. Il est relativement facile de clarifier la mélasse de betterave, tandis que la mélasse de canne contient des substances colloïdales qui rendent la clarification plus difficile.

En générale, les utilisations possibles de la mélasse sont multiples. Elle entre dans la composition des desserts. Comme elle peut donner au sucre brun sa couleur caractéristique.

La mélasse importantissime matière première est fournie à Lesaffre Maroc par plusieurs sociétés de sucreries telles : SUCRAL, SUTA, SUCRAFOR, SUNACAS, SURAC, SUNABEL...

Un tel produit est soumis à des tests quotidiens à l'état brute (Brix, pH donnant une idée sur la qualité de la mélasse), et d'autres hebdomadaires (sucres réducteurs, sucres totaux, et matières sèches, analyses microbiologiques...).

Avant d'arriver à la station de traitement, la mélasse est stockée dans des tanks (chaque type de mélasse dans un tank différent), une homogénéisation assurée par des pompes est alors très nécessaire.

<i>Composition type de mélasses(en % massique des Matières sèche totale)</i>		
<i>Matière première</i>	<i>Mélasse de betterave</i>	<i>Mélasse de canne</i>
sucre totaux	66,5	73,1
Saccharose	63,5	45,5
Raffinose	1,5	5,5
Sucre inverti	0	22,1
Autres	1,5	5,5
Composés organiques totaux	23	15,2
Aminoacides	3	0
Bêtime	5,5	0
Autres formes d'Azote	0	3,1
Acides organiques	5,5	7
Pectines, etc.	5	2,7
Composés minéraux totaux	10,5	11,7
K ₂ O	6	5,3
Na ₂ O	0,2	0,1
CaO	0,2	0,2
Mgo	0,2	1
Al ₂ O ₃ ;FeO ₃	0,1	0
SiO ₂	0,1	0
Cl	1,7	1,1

Composition chimique de la mélasse de canne et de betterave

2. Les différentes étapes du traitement de la mélasse :

La station de traitement de la mélasse a pour but de stériliser la mélasse brute de la canne et de la betterave utilisée comme milieu nutritif pour la croissance de la levure *saccharomyces cerevisiae*, elle

contient différentes phases de traitement telles que le stockage, la dilution, la clarification et la stérilisation. Avant son utilisation, la mélasse subie une série de traitements.

a-Dilution :

La mélasse est diluée avec de l'eau pour diminuer sa viscosité et éviter des engorgements lors de sa circulation dans les conduites de la fabrication de la levure. La mélasse brute contient environ **88% de betterave** et **12% de la canne**, ce mélange est ensuite deux fois dilué par l'intermédiaire d'une eau chaude à 66°C et une vapeur d'eau à une pression de 3,5bars.

b-Clarification :

Puis on passe à la clarification de la mélasse diluée (MD) à l'aide d'un clarificateur qui élimine tous les dépôts non désirés.

C'est l'opération qui permet de séparer la mélasse diluée de toutes impuretés comme les colloïdes et les boues, ainsi éviter le colmatage d'échangeur utilisé pendant la stérilisation.

Dans ce cas on utilise la centrifugation qui est une opération mécanique qui permet d'augmenter la vitesse de séparation des deux phases hétérogènes (solide- liquide ou liquide-liquide) grâce à la force centrifugeuse due à la rotation de la centrifugeuse.

À la fin la mélasse monte vers le haut et les impuretés descendent vers les égouts. La mélasse sortie des clarificateurs, appelée mélasse diluée clarifiée (MDC) est stockée provisoirement dans une cuve MDC.

Clarificateur :

Il existe différents modèles de clarificateurs provenant essentiellement de deux fournisseurs (Alfa Laval et Westfalia), ces équipements présentent les mêmes composants, plus ou moins sophistiqués selon les modèles. Dans la société LESAFFRE, le modèle utilisé comme clarificateur est celui de Westfalia et il y a deux types de clarificateurs un automatique et l'autre manuel, la différence entre les deux réside essentiellement dans sa nettoyabilité.

-Différent types de clarificateur :

▪ Clarificateur type SB80

Ce clarificateur (SB80), dispose d'une vanne annulaire permettant une verture en marche, il a un débit de 8000 l/h et d'une pression de 4 bars.

✓ Principe de fonctionnement

Cette position n'est déclenchée que si le bac mélasse diluée (MD) est rempli au moins à 8m³, dans ce cas les pompes du circuit MD s'ouvrent automatiquement pour accéder à la clarification.

La MD entre au clarificateur par le haut, subit à travers les assiettes inclinées un champ centrifuge qui permet la séparation de mélasse diluée clarifiée (MDC) qui sort par un orifice supérieur, et les déchets qui s'accumulent progressivement.

▪ Clarificateur type SAMN

Ce clarificateur a des systèmes plus simples, sans vanne ou avec une vanne qui s'inertie, il a un débit de 4000 l/h et d'une pression de 2 bars.

▪ Clarificateur SB60

- Un clarificateur à assiette avec évacuation périodique des boues,
- Sa capacité maximale est de 16m
- Son réglage est automatique par un tableau de bord,
- Il fonctionne en étage successive est bien précise.

La préparation à la stérilisation:

Avant la stérilisation, la mélasse MDC passe par échangeur à plaques, où elle circule à contre courant avec la mélasse diluée clarifiée stérilisée MDSCS, ce contact permet un préchauffage du MDC, et sa température augmente de 70°C à 90°C.

C-Stérilisation :

La mélasse diluée et clarifiée (MDC) est stérilisée par injection de la vapeur. Cette opération est effectuée au moyen d'un appareil à pression de vapeur d'eau appelé stérilisateur.

L'action conjuguée de la vapeur et de la température ($T > \mathbf{à 120^{\circ}C}$) provoque la dénaturation des protéines des micro-organismes et par conséquent la mort de ces derniers. Cette technique consiste à un contact direct de la vapeur d'eau et la matière à stériliser pendant un moment bien déterminé et une pression convenable.

La température de stérilisation est de 120 à 130°C pendant 2 à 3 min selon le débit de mélasse. Ensuite, elle passe par un échangeur à plaque « MDC »-« MDSCS » afin d'être refroidie.

Le stockage de la MDSCS se fait à une température de 90°C, dans deux cuves de capacité de 30m³.mais elle doit refroidie avant d'être utilisée dans la fermentation.

d-Refroidissement :

Avant d'être utilisée dans la fermentation, la MDCS passe dans des refroidisseurs, qui sont des échangeurs à plaques mélasse / eau froide, la mélasse se refroidit ainsi que l'eau se réchauffe.

Le chauffage de l'eau de refroidissement provoque la sédimentation colmatage des plaques de l'échangeur, l'utilisation du poly phosphate a pour but d'empêcher le dépôt du calcaire, donc la décalcification.

e- La distribution :

Depuis le bac de la MDCS, la mélasse passe à travers un échangeur à plaques mélasse (130°C)/eau (20°C). L'eau refroidira la mélasse à une température comprise entre 32 et, 35°C avant son acheminement vers les fermenteurs, afin de garder les cellules de levure vivantes.

L'eau chauffée, sortante des échangeurs à plaques, est recyclée pour différents usages (tel que la dilution de la mélasse brute). La mélasse refroidie passe ensuite dans les fermenteurs.

MD signifie la mélasse diluée, MDC signifie la mélasse diluée clarifiée et MDCS la mélasse diluée clarifiée stérilisée.

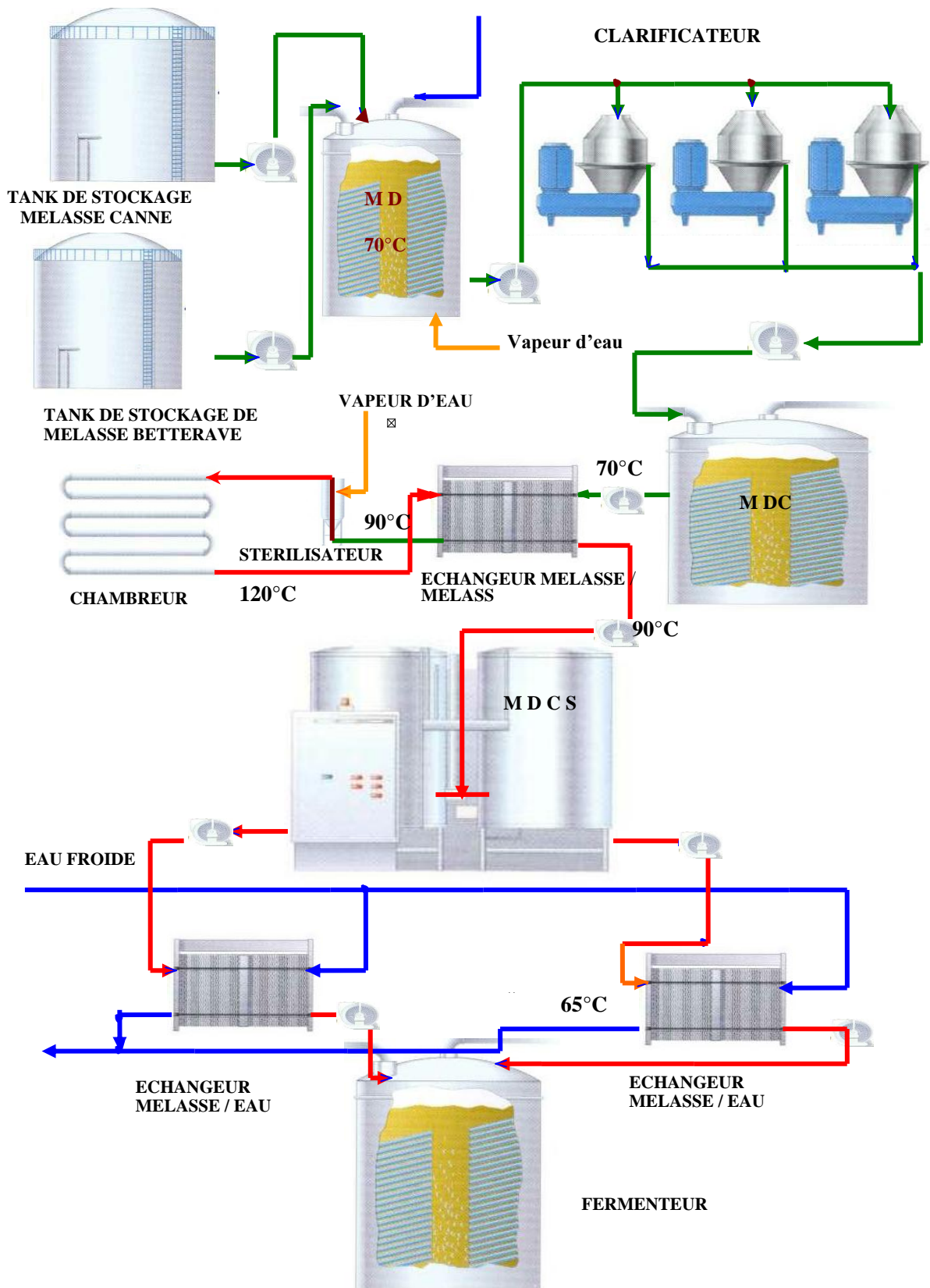


Figure 11: Schéma général de la station du traitement de la mélasse :

Le traitement de mélasse passe par trois étapes principales : La dilution, la clarification et la stérilisation.

La clarification est très importante dans le procédé de fabrication de la levure. Elle permet d'éliminer toutes les impuretés susceptibles d'affecter les cellules de levure, qui peuvent avoir des effets négatifs sur quelques étapes de production et surtout sur la qualité du produit fini. Elle permet aussi d'éviter le colmatage de l'échangeur utilisé dans l'étape qui suit qu'est la stérilisation.

A ce stade, la mélasse est clarifiée à l'aide des clarificateurs, qui sont des séparateurs centrifuges utilisant la force de centrifugation afin d'évacuer les boues contenues dans La mélasse.

Je me suis intéressé au cours de mon stage à la réalisation d'un dosage des sucres de la mélasse et plus précisément à l'évaluation de la méthode chimique. Pour cela on a procédé à des analyses au niveau de la clarification et stérilisation.

Dans cette partie nous présenterons:

- **Matériels et méthodes**
- **Résultats et interprétations**
- **Conclusion**

I. Mesures effectuée sur la mélasse :

On prend 4 échantillons durant le circuit de la mélasse : **B** (la betterave pure), **C** (la canne pure), la **MD** (Mélasse diluée), **MDCS** (Mélasse diluée clarifiée stérilisée).

1. Détermination du taux du saccharose :

Le saccharose (sucrose **suc** de table ou sucre blanc) est un **suc** au goût très doux et agréable, largement utilisé pour l'alimentation. Extrait de certaines plantes, principalement de la **canne à sucre** et de la **betterave sucrière**, il est transformé en petits cristaux blancs.

Ce glucide de la catégorie des **diholosides** est formé par la **condensation** de deux **oses**: une molécule de **glucose** et une molécule de **fructose**. Son nom normalisé est le β -D fructofuranosyl-(2 \leftrightarrow 1)- α -D-glucopyranoside.

Structure de la molécule du saccharose :

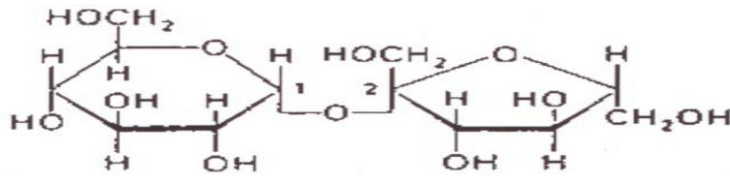


Figure 12 : Structure chimique de saccharose

1.1-Rôle du saccharose dans la levure :

La levure *Saccharomyces Cerevisiae* ou levure de boulangerie est un champignon unicellulaire, de la classe des Ascomycètes, du genre *Saccharomyces* ce nom réfère à son affinité pour le sucre qui est considéré comme source de matière organique.

1.2-Analyse du saccharose :

Mode opératoire :

Dans une fiole de 200 ml, on pèse 16 g de mélasse (**B, C**) et 20 g de mélasse, (**DCS, D**) et on ajoute à 100 ml avec l'eau distillée chaude, après agitation 10 ml d'acétate de plomb basique et on complète à 200 ml avec l'eau distillée. Bien agiter et filtrer sur papier filtre puis à l'aide d'un polarimètre on mesure l'angle de rotation du saccharose (α).

Polarimètre :



Taux de saccharose (%) = $(\alpha * 0,75/PE) * 100$

Avec : α : l'angle de rotation
 0,75 : constante de l'appareil
 PE : prise d'essai

1.2-Résultats et interprétations :

Les pertes entre la mélasse diluée et diluée clarifiée et stérilisée

DATE	N° D'échantillon	taux de saccharose en %					Facteur dilution	Perte
		Canne	Betterave	MD	MDCS	Sucre		
22-avr	1	33,3	46,5	27,5	26,8	31,2	2,65	2,15
24-avr	2	33,5	46,4	27,7	26,9	29,1	2,71	2,21
25-avr	3	33,7	46,4	26,9	26,2	29,4	2,42	1,92
28-avr	4	33,5	46,2	28,1	27,6	31,2	2,03	1,53
30-avr	5	32,9	46,5	27,3	26,7	29,5	2,20	1,70
04-mai	6	33,5	46,5	27,8	27,1	30,2	2,34	1,84
06-mai	7	33,8	46,9	27,9	27,3	30,2	2,15	1,65
08-mai	8	33,4	46,8	27,7	26,9	31,0	2,78	2,28
09-mai	9	33,6	47,0	28,3	27,6	30,9	2,37	1,87
14-mai	10	33,7	46,2	28,6	27,9	31,5	2,35	1,85
19-mai	11	34,3	46,4	27,7	26,9	30,1	2,78	2,28
21-mai	12	32,8	46,1	27,3	26,6	30,3	2,39	1,89
Moyenne		33,5	46,5	27,7	27,0	30,4	2,03	1,93
Max		34,3	47,0	28,6	27,9	31,5	2,8	2,3
Min		32,8	46,1	26,9	26,2	29,1	2,0	1,5
Ecart type		0,394	0,278	0,469	0,478	0,785	0,251	0,251

Tableaux 1 : les résultats du dosage du saccharose

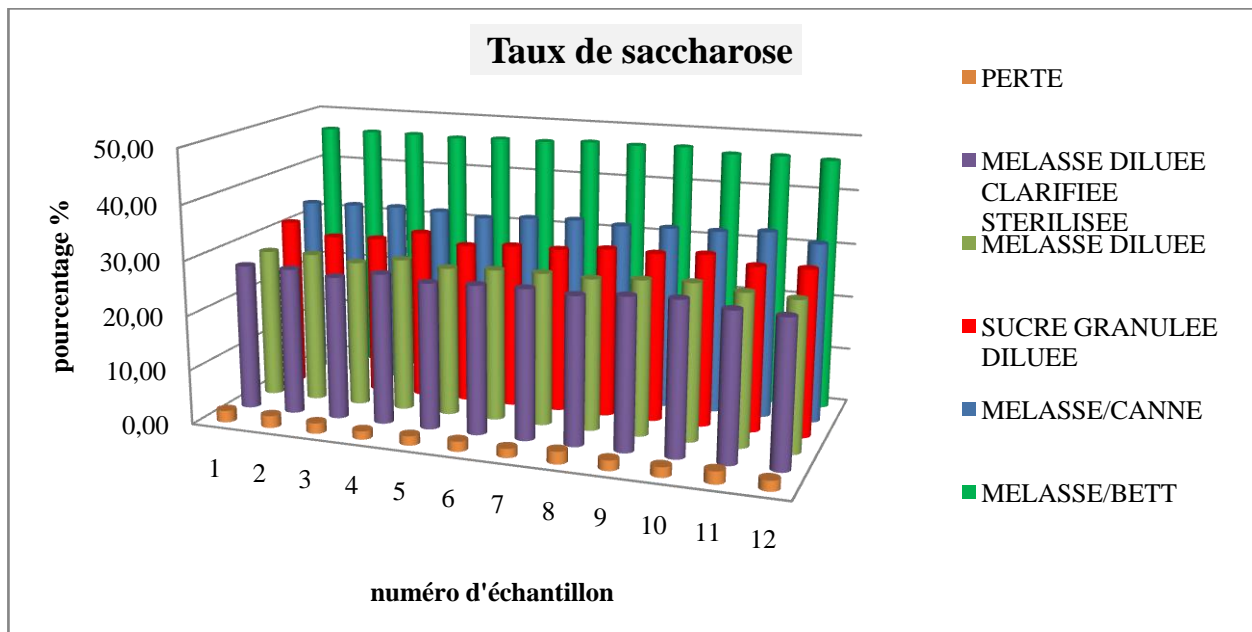


Figure 13:Représentation graphique du taux de saccharose

Interprétations :

Les résultats d'analyses effectuées sur les 5 échantillons pendant 12 jours sur la mélasse montrent qu'il n'y a pas une grande variation du taux de saccharose contenue dans la mélasse durant cette période.

- On remarque que le pourcentage du saccharose dans la betterave est supérieur à celui de la canne ce qui permet de constater que la betterave est plus riche en sucre non réducteur que la canne.
- Dans ce cas la variation du pourcentage du saccharose dans la D et la DCS est minime. Cela peut s'expliquer par le bon fonctionnement du clarificateur.

2- Détermination du Sucre Réducteur :

Présentation :

Les sucres réducteurs sont des sucres simples réactifs (donneur d'électrons dans une réaction d'oxydo-réduction). On peut citer le glucose, le fructose et le maltose.

Historiquement, ce terme vient de la découverte de Fehling au 19ème siècle qui prouva que certains sucres réagissaient avec des ions cuivriques pour les transformer en ions cuivreux.

Visuellement, cette réaction dite « de réduction » s'observe par un changement de couleur de la liqueur de Fehling : au départ bleu, elle vire au rouge brique en présence de sucres réducteurs. Au niveau industriel, ces sucres participent aux réactions de Maillard ou de caramélisation lors des cuissons.

1.1 Analyse de Sucres Réducteurs :

Mode opératoire :

Dans une fiole de 200 ml, on pèse 16 g de mélasse (B, C) et 20 g pour la mélasse, (MDCS, MD) et on y ajoute presque 100 ml l'eau distillé, après agitation on ajoute l'acétate de plomb basique (10 ml pour MD et MDCS) et (20 ml pour canne) et (15 ml pour betterave) et on complète à 200 ml avec l'eau distillée.

Après 10 minute, on filtre notre solution à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat, dans un Erlenmeyer on prélève (10 ml de l'échantillon de MDCS et MD) et (2 ml pour l'échantillon de canne) de filtre, on ajoute (10 ml de double tartrate et 10 ml de sulfate de cuivre et on porte le mélange à ébullition pendant 8 minutes à 95°C.

Après le refroidissement de la solution, on ajoute 5ml d'acide acétique (5N) et 20ml d'une solution d'iode (N/30) en agitant ensuite, en titre notre solution par les thiosulfates de sodium (N/30) en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

- *Le virage est indiqué par le changement de coloration de verre en bleu.*

Le taux des sucres réducteurs est calculé par la formule suivante :

$$\text{Sucres réducteurs (\%)} = \frac{V(\text{blanc}) - V(\text{échantillon})}{PE} * 10^{-1}$$

Avec: V (blanc) : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage du Blanc.(ml)

V (échantillon) : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage de l'échantillon.

PE : prise d'essai (g)

➤ Mécanisme de la réaction:

Les ions Cu^{2+} présents dans la liqueur de Fehling (double tartrate +sulfate de cuivre) sont réduits par les sucres réducteurs en ions Cu^+ , puis on a formation de Cu_2O , Ensuite les ions Cu^+ est oxydés par l'iode en Cu^{2+} , enfin l'excès d'iode est dosé par les thiosulfates de sodium.

La quantité d'iode qui a oxydé les ions Cu^+ en Cu^{2+} représente la quantité des sucres réducteurs présente dans la prise d'essai de la mélasse.



- ✓ L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer tout ce qui est non sucres comme les protéines les vitamines.
- ✓ l'acide acétique est utilisé dans le but de neutraliser la solution.

2.2-Résultats et Interprétations :

DATE		Sucre réducteur en %				perte
		Canne	MD	MDCS	FACTEUR DILUTION	
22-avr	1	9,50	0,70	0,67	4,29	2,9
24-avr	2	9,45	0,69	0,66	4,35	2,9
25-avr	3	9,51	0,71	0,68	4,23	2,8
28-avr	4	9,49	0,71	0,68	4,23	2,8
30-avr	5	9,48	0,70	0,67	4,29	2,9
04-mai	6	9,50	0,72	0,69	4,17	2,8
06-mai	7	9,48	0,69	0,66	4,35	2,9
08-mai	8	9,50	0,72	0,69	4,17	2,8
09-mai	9	9,47	0,70	0,67	4,29	2,9
14-mai	10	9,49	0,71	0,68	4,23	2,8
19-mai	11	9,5	0,7	0,67	4,29	2,9
21-mai	12	9,51	0,7	0,67	4,29	2,9
moyenne		9,5	0,7	0,7	4,3	2,9
Max		9,5	0,7	0,7	4,3	2,9
Min		9,5	0,7	0,7	4,2	2,8
Ecart type		0,018	0,010	0,010	0,060	0,060

Le tableau 2 : Résultats de dosage des sucres réducteurs par la méthode de Fehling

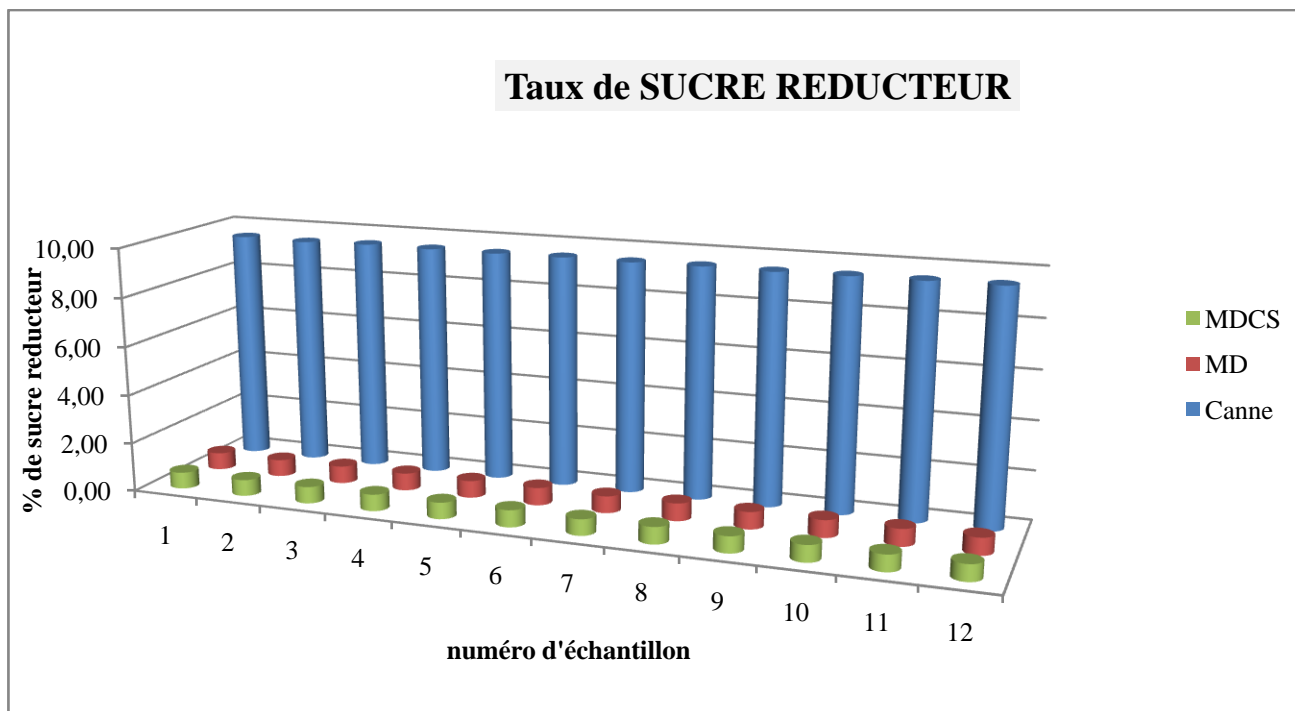


Figure 14: Représentation graphique du taux des sucres réducteurs libres

Interprétations :

On remarque que le pourcentage des sucres libres dans la betterave est nul, permet de dire que la canne riche en sucre réducteur.

Dans ce cas une variation du pourcentage des sucres réducteur entre la mélasse D et DCS minime, ce qui peut expliquer que une partie de saccharose élimine avec l'élimination des boues. Ceci est peut-être dû au fonctionnement du clarificateur.

3. Détermination de matière sèche :

3.1-Présentation

La matière sèche (MS) est ce qu'on obtient quand on retire l'eau d'un produit.

Le pourcentage de matière sèche est la différence entre la masse de la matière sèche et celle de la matière non-sèche (hydratée).

L'échantillon de la mélasse déshydraté dans une étuve à 105°C, montre que la perte de poids correspond à la quantité d'eau évaporée dans l'échantillon.

Mode opératoire, dosage de matière sèche :

Dans une fiole de 100ml, on introduit 20g de mélasse, tout en agitant, puis on compléter avec de l'eau distillée. On prépare les capsules dans les quelle on introduit 5 ml de mélasse

On place la capsule contenant la mélasse avec son couvercle dans l'étuve pendant 16h à la température de 105°C. À la sortie de l'étuve on ferme la capsule et on la laisse dans un dessiccateur pendant 1h. Puis on la pèse d'où son poids est p_1 .

Un **dessiccateur** est un **équipement** servant à protéger des substances contre l'**humidité**.



Figure 15 : Dessiccateur

$$\text{Matière sèche (\%)} = \frac{(F2 - F1) * (P1 - P0)}{20 * x} * 100$$

Avec : χ (5ml de mélasse diluée en g)

F1 : la masse de fiole vide

F2 : la masse de fiole plein

3.2-Résultats et interprétations :

DATE	N° D'échantillon	Taux De Matière Sèche en %				Facteur dilution	Perte
		Canne	Betterave	MD	MDCS		
22-avr	1	75,0	78,0	48,0	43,0	10,42	8,92
24-avr	2	74,0	77,9	48,0	43,0	10,33	8,83
25-avr	3	75,0	77,8	44,0	39,5	10,23	8,73
28-avr	4	75,3	78,0	43,0	38,5	10,47	8,97
30-avr	5	75,2	77,8	42,8	38,4	10,33	8,83
04-mai	6	75,0	78,1	42,3	38,0	10,09	8,59
06-mai	7	75,2	77,7	42,6	38,2	10,33	8,83
08-mai	8	75,3	77,5	43,6	39,1	10,32	8,82
09-mai	9	75,0	78,0	44,3	39,9	9,93	8,43
14-mai	10	75,0	78,0	45,9	41,3	10,02	8,52
19-mai	11	74,9	77,9	44,7	40,0	10,49	8,99
21-mai	12	75,0	78,0	44,8	40,2	10,23	8,73
Moyenne		75,0	77,9	44,5	39,9	10,3	8,77
Max		75,3	78,1	48,0	43,0	10,5	8,99
Min		74,0	77,5	42,3	38,0	9,9	8,43
Ecart type		0,340	0,168	1,937	1,731	0,174	0,174

Le tableau 3 : Résultats de dosage de la matière sèche

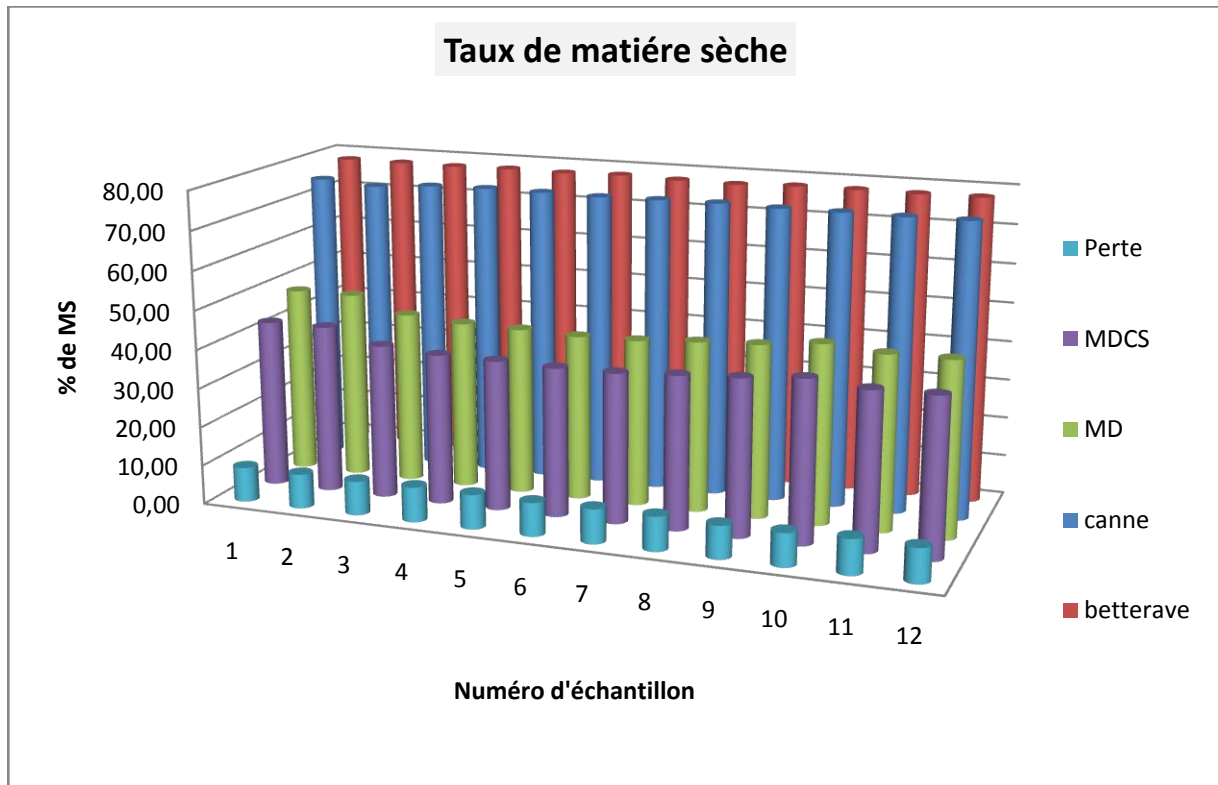


Figure 16 : Représentation graphique du taux de matière sèche

Interprétation :

On constate que le pourcentage du taux de matière sèche dans la betterave est largement supérieur que celui de la canne ce qui permet de remarquer que la canne plus riche en éléments nutritifs et protéines.

Dans ce cas une variation du pourcentage de la matière sèche entre la mélasse D et DCS est minime, Ces variations peuvent être expliquées par le fait que la grande partie des éléments nutritifs, les protéines et Les boues restent insolubles dans la mélasse.

Ceci est peut-être dû au fonctionnement du clarificateur et à l'injection de vapeur d'eau.

4. détermination du taux de la coloration :

4.1. Présentation :

La spectromètre est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique en solution chimique en solution. Plus la solution est concentrée, plus elle absorbe de la lumière.

La densité optique d'une substance chimique en solution, mesurée par le spectrophotomètre donne l'absorbance de cette dernière (plus la solution est concentrée, plus elle absorbe de la lumière).

4. 2. Analyse de coloration :

Le spectrophotomètre est allumé et réglé à une longueur d'onde de 420 nm, puis dans une fiole de 100ml, mettre 20g de mélasse, agiter, enfin compléter avec de l'eau distillée après on pose **5ml** dans une fiole aussi de 100 ml, compléter avec de l'eau distillée, et mesurons l'absorbance.

$$\text{Taux de Coloration} = \frac{Ab}{MS-ST} * 100$$

Avec :

MS : matière sèche

ST : sucre totaux (saccharose+ sucre réducteur)

4.3-Résultat et interprétation :

Date	N° D'échantillon	Taux De Coloration %			
		Canne	Betterave	MD	MDCS
22-avr	1	5,5	1,2	2,24	1,92
24-avr	2	5,6	1,1	2,2	2,1
25-avr	3	5,5	1,2	2,3	2,2
28-avr	4	5,5	1,3	2,1	2,0
30-avr	5	5,6	1,2	2,6	2,5
04-mai	6	5,4	1,2	2,4	2,3
06-mai	7	5,5	1,3	2,1	2,1
08-mai	8	5,5	1,3	2,7	2,5
09-mai	9	5,6	1,2	2,3	2,2
14-mai	10	5,4	1,2	2,3	2,0
19-mai	11	5,5	1,1	2,3	2,3
21-mai	12	5,6	1,2	2,6	2,5
Moyenne		5,5	1,2	2,3	2,2
Max		5,6	1,3	2,7	2,5
Min		5,4	1,1	2,1	1,9
Ecart type		0,072	0,067	0,194	0,209

Le tableau 2 : Résultats de dosage de la coloration

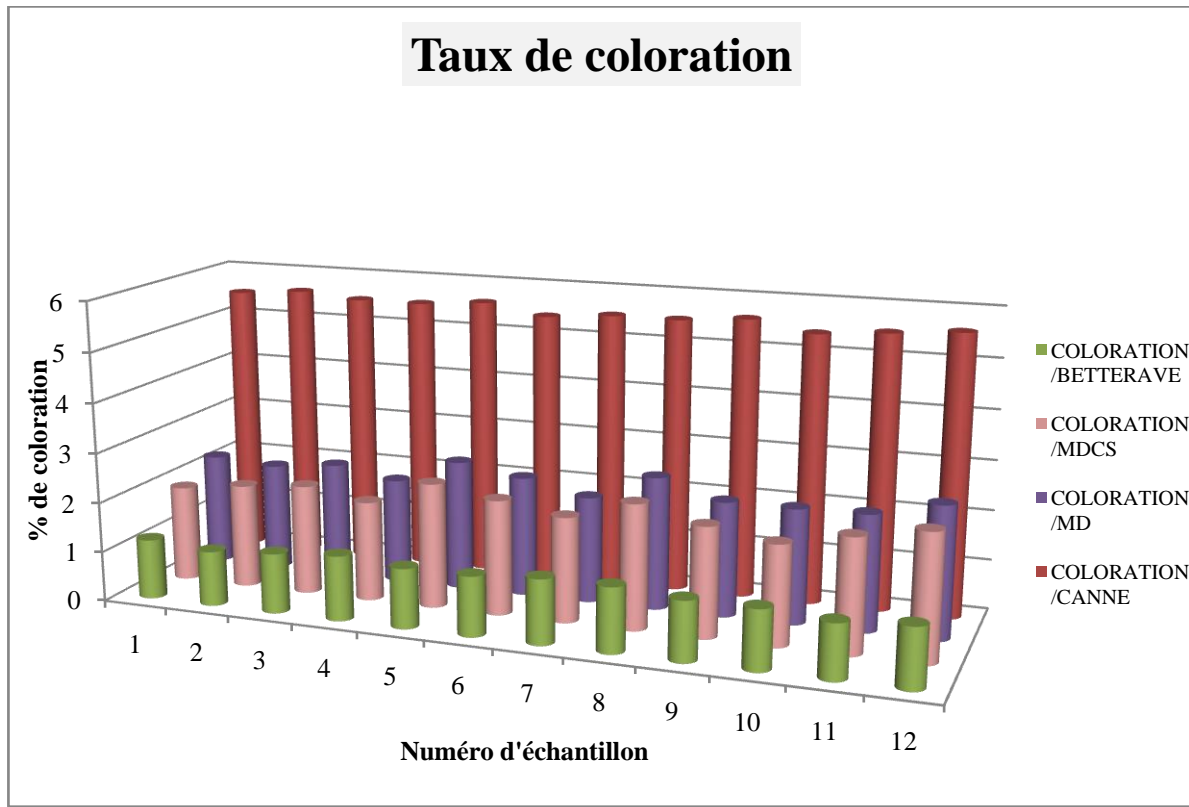


Figure 17 : Représentation graphique du taux de coloration

Interprétation :

On constate que le pourcentage du taux de coloration dans la canne est supérieur à celui de la betterave ce qui permet de remarquer que la canne est riche en non sucre.

On remarque dans ce cas une variation du pourcentage de coloration entre la mélasse D et DCS, ces variations peuvent être expliquées par la clarification et l'injection de vapeur d'eau.

CONCLUSION :

Les analyses réalisées dans le cadre de mon stage de fin d'étude, ont permis d'évaluer les pertes journalières de la mélasse (de coloration, de matières sèches, de saccharose et de sucre réducteur) au niveau de la clarification.

L'étude de dosage des sucres de la mélasse au cours de différentes étapes de traitement a donné de bons résultats ce qui montre que la mélasse traitée par la société LESAFFRE Maroc est de très bonne qualité, et ceci est due à l'efficacité des différentes étapes, depuis la dilution jusqu'à la stérilisation.

J'ai aussi réalisé une évaluation de la méthode chimique du dosage des sucres de la mélasse pour que le traitement de la mélasse soit dans les normes d'utilisation.

Au terme de mon stage, je peux dire que mon objectif est atteint, puisque ce stage m'a permis d'une part d'appliquer mes connaissances théoriques pour l'étude d'un problème pratique, afin d'adapter ma formation aux besoins industriels et s'initier donc à la recherche scientifique, d'autre part j'ai appris à assumer une responsabilité au sein de l'entreprise et d'acquérir l'esprit du travail au sein de l'équipe.