



Licence Sciences & Techniques
« Bioprocédés, Hygiène & sécurité alimentaires »

Projet de fin d'études

**Analyse des sucres réducteurs,
du taux de saccharose et de la
matière sèche au niveau de la
chaîne de traitement de la mélasse
(LES AFFRE)**

Présenté par :

◆ **Sara ER-RAHMANI**

(FST)

Encadré par :

◆ **Mr. BENNANI (LES AFFRE)**

◆ **Mme Naima EL GHACHTOULI**

Soutenu le : 06 juin 2017

Devant le jury composé de :

◆ **Pr Naima EL GHACHTOULI**

◆ **Pr IRAQUI**

**Année universitaire
2017/2018**

DEDICACE

La réalisation de ce travail n'a pu prendre naissance que par l'assistance et l'intervention inconditionnelle de certaines personnes dont les apports ne pourraient être qu'infiniment reconnus.

J'ai l'énorme plaisir de présenter mes sincères remerciements à :

➤ *Mes parents :*

A mes chères parents qui m'ont offert tous les conditions pour réaliser mes rêves et mes objectifs, et qui grâce à leurs aides matérielles et morales je suis arrivés à ce niveau de formation.

➤ *Mes formateurs et encadrants :*

À tous les enseignants de la filière Bioprocédé hygiène et sécurité des aliments qui ont contribué à notre formation.

➤ *Tous mes amis de la promotion :*

Merci pour votre humour fin et votre sourire permanent et pour les moments forts et agréables que nous avons passés ensemble.

Remerciements

Je remercie tout d'abord DIEU pour tout puissante de nous avoir donné le courage et la force d'achever ce modeste travail.

Je voudrais adresser toute ma reconnaissance à Monsieur BENNANI, Responsable du service Qualité pour son accueil, son encadrement, sa Compréhension, ses conseils et remarques pertinents.

Je tiens aussi à remercier le professeur Madame Naima EL GHACHTOULI pour son encadrement, un grand merci pour sa patience, sa compréhension, sa grande disponibilité et son aide indispensable qui ont rendu ce travail de projet de fin d'étude très enrichissant sur le plan scientifique. Nous lui exprimons également notre reconnaissance et notre profonde gratitude pour ses conseils et son encouragement continue.

Toutes mes profonds remerciements au jury Mme GHACHTOULI et Mr IRAQUI pour leurs attentions et leurs patience.

Un grand merci et une profonde reconnaissance à tous nos enseignants pédagogique de la filière Bioprocédé Hygiène et sécurité des Aliments, et plus particulièrement Madame EL GHACHTOULI, Monsieur AARABE, Monsieur IRAQUI, Monsieur TAZI, Monsieur CHAKROUN, Monsieur CHADLI et Monsieur ANANOU.

Je tiens également à remercier mes collègues qui avaient le même espace de travail, et qui ont été généreux de me partager leurs idées et informations.

Je ne permets pas d'oublier de remercier ma famille pour leur soutien à la fois morale et matériel pour arriver à ce stade de formation.

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Abréviation	
Présentation de la société	2
1. Présentation de LESAFFRE group.....	5
2. Historique	5
3. Organigramme de la société	6
4. Description et activités du laboratoire d'analyse.....	7
Introduction.....	9
Partie I : Bibliographie	10
I. Généralités sur La levure	10
1. Historique	10
2. Définition	10
3. Caractéristiques	10
II. Processus de fabrication de la levure au niveau de la société Lesaffre	11
1. Préparation de la mélasse.....	11
2. Etapes de Production de la levure.....	16
Partie II : matériel et méthodes	20
I. Prélèvements des échantillons de la mélasse.....	20
II. Analyses effectuées au niveau des étapes de traitements de la mélasse.....	20
1. Détermination du taux du saccharose	20
2. Dosage des sucres réducteurs libres	21
3. Détermination du taux de la Matière sèche	23
4. Détermination du taux de la coloration :	24
Partie III : Résultats et discussions	25
1. Taux du saccharose	25
2. Taux des Sucres réducteurs.....	26
3. Taux de la Matière sèche	27
4. Taux de la coloration	31
Conclusion	32

Références bibliographique	29
----------------------------------	----

Liste des figures

Figure 1 : Logo de la société	5
Figure 2 : Organigramme de la société LESAFFRE.....	6
Figure 3 : levure sèche active	7
Figure 4 : levure sèche instantanée	7
Figure 5 : levure liquide	Erreur ! Signet non défini.
Figure 6 : les marques de levure fabriquée dans la société LESAFFRE Maroc.....	8
Figure 7 : Cellules de la levure <i>saccharomyces cerevisiae</i>	10
Figure 8 : Mélasse Brute	11
Figure 9 : les étapes de la production de la mélasse (LESAFFRE, Département RH).....	15
Figure 10 : Les étapes de production de la levure (LESAFFRE, Département RH).....	19
Figure 11 : Structure de la molécule du saccharose	21

Liste des tableau

Tableau 1 : Composition chimique de la mélasse (Canne et Betterave) (ES-SAADOUNI, 2011)	12
Tableau 2 : Taux de saccharose dans la chaine de traitement de la mélasse	255
Tableau 3 : Taux des sucres réducteurs dans la mélasse	26
Tableau 4 : Taux de matière sèche dans la chaine de traitement de la mélasse	27
Tableau 5 : Taux de coloration dans la chaine de traitement de la mélasse	31

Abréviations

B: Betterave
C: Canne à sucre
MD : Mélasse dilué
MDC : Mélasse dilué clarifié
MDCS : Mélasse dilué clarifié stérilisé
PE : prise d'essai

Présentation de la société

1. Présentation de LESAFFRE group

Les industries de production agro-alimentaires apparentées en biotechnologie dont la fabrication de la levure boulangère en fait partie, détiennent une place importante.

- Trois appartenant à la SOMADIR (à Casablanca et à El-Jadida).
- Une unité de LESAFFRE (à Fès).

LESAFFRE Group, est le leader mondial dans le domaine de la levure, de planification et des extraits de levure, présent dans plus de 170 pays.

L'hirondelle Symbole de proximité et de fidélité, est l'emblème fédérateur du groupe LESAFFRE à travers le monde. Son siège est situé au quartier industriel SIDI BRAHIM à Fès. L'entreprise compte, en plus du site de Production à Fès, un Bakin Center à Casablanca.



Figure 1 : Logo de la société

La politique commerciale de la société LESAFFRE se base sur la qualité. Bénéficiant de L'expertise et du savoir-faire du groupe LESAFFRE, LESAFFRE Maroc possède un laboratoire D'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et Bactériologiques. La qualité des levures est évaluée afin d'optimiser leur Performance : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte Climatique (BOUTSSARFINE, 2014)

2. Historique

- **1853** : Louis LESAFFRE-Roussel et Louis Bonduelle-Dalle créent une distillerie d'alcool de grains et de genièvre à Marquette-lez-Lille.
- **1863** : Acquisition du premier moulin à Marcq-en-Barœul. C'est à partir de ce site que se développera la Société Industrielle LESAFFRE qui se révélera progressivement

comme l'élément moteur et le support de l'essor industriel et commercial de la branche levure du Groupe.

- **1895** : Naissance de la marque de levure l'hirondelle. Une hirondelle dont le dessin va évoluer au fil du temps, jusqu'à devenir l'emblème du Groupe en 2003.
- **1930** : L'environnement est déjà une préoccupation majeure pour LESAFFRE. C'est donc l'une des premières levureries au monde à opter pour la solution d'évaporation en remplacement de l'épuration des rejets (couteuse et imparfaite). Cette technique induit une fermentation en milieu très concentré qui permet d'obtenir une qualité irréprochable.
- **1973** : Première production de levure sèche instantanée.
- **1975** : LESAFFRE s'est installé au centre nord du Maroc à Fès dès 1975, d'abord sous le nom de SODERS puis de LESAFFRE Maroc en 2006.
- **2007** : Construction d'une usine d'extrait de levure en Iowa, Construction d'une unité de production en Chine, Acquisition des activités levure de Gilde (Amérique du Sud, Royaume-Uni, Export).
- **2012** : Installation d'une station du traitement des rejets à LESAFFRE Maroc (LESAFFRE, Département RH).

3. Organigramme de la société

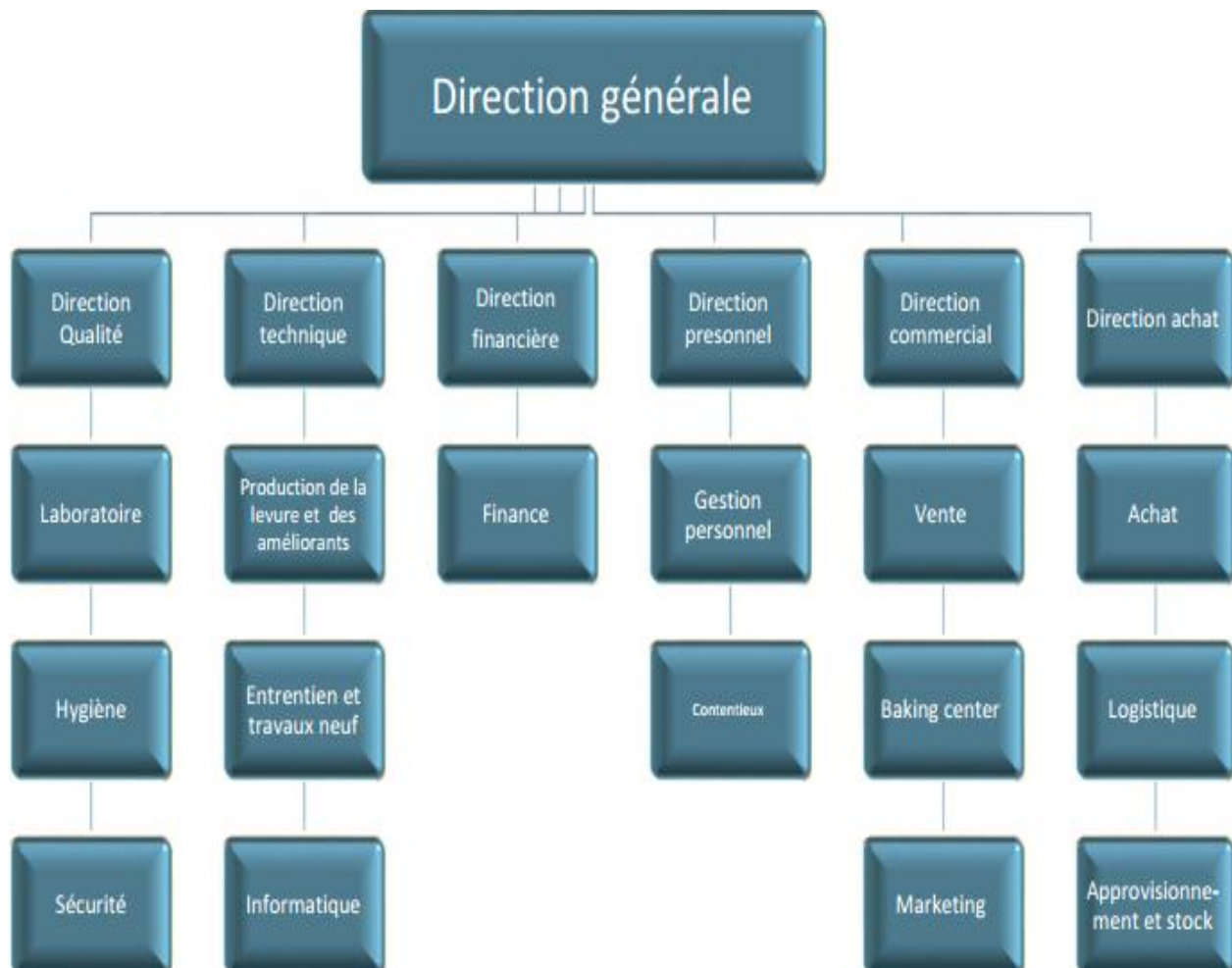


Figure 2 : Organigramme de la société LESAFFRE (LESAFFRE, Département RH)

4. Description et activités du laboratoire d'analyse

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. Il est composé de deux laboratoires :

➤ Laboratoire de microbiologie :

Ce laboratoire est divisé en quatre parties (salles):

- Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- Salle des préparations où la préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ont lieu.
- Salle de stockage des matières premières.
- Salle d'analyse bacteriologies.

➤ Laboratoire physico-chimique:

Il est divisé en trois parties :

- Salle de panification où s'évalue la force panaire.
- Salle de stockage où se trouvent tous les matériels et les produits initiaux.
- 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.

5. Les différents types 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. 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 (AFI, 2014).



Figure 5 : levure liquide



Figure 3 : levure sèche active



Figure 4 : levure sèche instantanée

LESAFFRE fabrique et commercialise au Maroc les marques de levure suivantes :



Figure 6 : les marques de levure fabriquée dans la société (LESAFFRE Maroc)

INTRODUCTION

Les levures désignent originellement des champignons unicellulaires, microscopique, de forme ovoïde ou sphérique.

Elles sont capables de provoquer la fermentation des matières animales ou végétales. La principale espèce de levure est *Saccharomyces cerevisiae*. Cette dernière est largement utilisée dans la fabrication de la levure de boulangerie et de panification.

Saccharomyces cerevisiae a besoin de nutriments pour se développer (source de carbone, d'azote...).

LESAFFRE Group, le leader mondial dans le domaine de la levure, de panification et des extraits de levure, utilise la mélasse comme principale source de carbone dans le processus de production de la levure. Cette matière nutritionnelle est composée d'un mélange de canne à sucre et de betterave qui ont subi un traitement pour diminuer le taux des impuretés et augmenter sa qualité.

L'objectif de mon stage au sein de la société LESAFFRE MAROC est le contrôle de la qualité de la mélasse, par un suivi du dosage des sucres réducteurs, du taux de saccharose, du taux de matière sèche et de la coloration de cette matière au cours de sa fabrication.

Ce rapport est élaboré selon le plan suivant:

- La 1ère partie concerne la bibliographie.
- La 2ème partie concerne les matériels et méthodes.
- La 3ème partie concerne les résultats d'analyse et leurs discussions.

PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE

I. Généralités sur La levure

1. Historique

L'histoire de la levure nous amène en 1680 à l'aide d'un microscope, Leeuwen hoeck observe pour la première fois les globules de levure de bière L'homme a depuis toujours utilisé la levure, et ce bien avant de savoir écrire. Les égyptiens l'utilisaient déjà pour fabriquer leur pain il y a cinq mille ans. En 1857, Louis Pasteur démontre que la cellule de levure peut vivre avec ou sans oxygène, et c'est également grâce à lui, que l'on découvre que la levure contribue à la formation des arômes, et modes saveurs du pain (AFI, 2014).

2. Définition de la levure

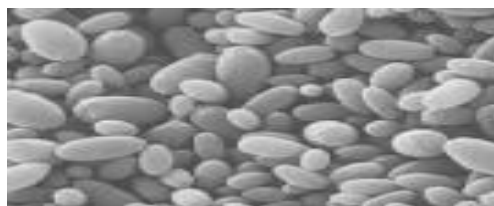


Figure 7 : Cellules de la levure *saccharomyces cerevisiae*

Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et eucaryote, Ces microorganismes 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 nom scientifique pour la levure de panification est « *saccharomyces cerevisiae* », du latin « saccharo » signifie doux ou sucre et « myces » désigne moisissure (AFI, 2014).

3. Caractéristiques

Les levures sont capables de :

- Dégrader les aliments qui se trouvent dans leur 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.

❖ Développement de la levure

La levure est capable de vivre en présence et en absence d'oxygène :

✚ En aérobiose, l'oxydation du glucose est complète :

En présence d'oxygène, la dégradation du glucose se fait par l'intermédiaire de réactions enzymatiques spécifiques. Cette voie est utilisée pour la fabrication industrielle de la levure.



✚ En anaérobiose, l'oxydation du glucose est incomplète :

En absence d'oxygène, les enzymes de levures fermentent le sucre en dégageant de l'alcool éthylique et du gaz carbonique, c'est la fermentation panaière.



II. Processus de fabrication de la levure (LESAFFRE)

1. Préparation de la mélasse

La mélasse est un sirop très épais et très visqueux constituant le résidu du raffinage du sucre extrait de la canne à sucre et de la betterave à sucres, moins calorique que le saccharose (280 kcal pour 100g). La mélasse contient de la vitamine B et quelques 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 non cristallisable en raison des impuretés qu'il contient.

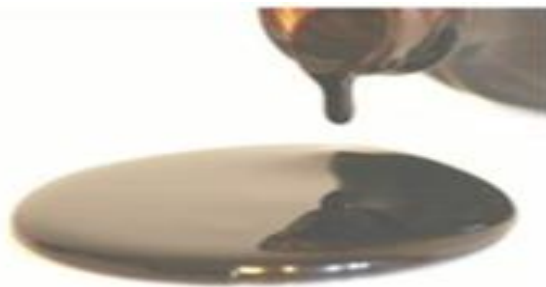


Figure 8 : Mélasse Brute

Le tableau 1 montre la composition chimique de la mélasse et la différence entre la mélasse de canne et de betterave :

Tableau 1 : Composition chimique de la mélasse (Canne et Betterave) (ES-SAADOUNI, 2011)

Matière première	Mélasse de betterave en %	Mélasse de canne en %
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	23	15,2
Biotine	5,5	0
Acides organiques	5,5	7
Pectine, ect...	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

D'après le tableau, la mélasse de la canne à sucre contient généralement plus de sucre que la mélasse de betterave et cette dernière est riche en matière organique.

Le service de préparation de la mélasse respecte des étapes nécessaires pour réussir un bon traitement de la mélasse à savoir :

- ✓ Réduire la viscosité de la mélasse par dilution et chauffage.
- ✓ Éliminer les fibres et les colloïdes par clarification.
- ✓ Éliminer les formes végétatives des contaminants microbiens par stérilisation.
- ✓ Produire de l'eau chaude par refroidissement de la mélasse clarifiée et stérilisée à travers des échangeurs (ES-SAADOUNI, 2011).

La préparation de la mélasse se fait selon les étapes suivantes :

1.1. Dilution

La mélasse brute pose des problèmes d'engorgement de sa circulation dans les conduites. Pour résoudre ce problème, la société LESAFFRE débite la préparation de la mélasse par une dilution, afin de diminuer la viscosité de la mélasse brute ; ainsi que pour avoir un bon mélange avec les autres ingrédients (sels nutritifs,...).

Pour effectuer cette tâche, on introduit dans une cuve de capacité de 15 m la mélasse brute (22% mélasse de la canne à sucre, 78% mélasse de la betterave) qui provient de deux grandes cuves de stockage avec un pourcentage de 52% ; ainsi que l'eau chaude avec un pourcentage de 48%, et par le bas de la cuve, on injecte de la vapeur dans le but de réussir l'opération.

1.2. Clarification

La mélasse diluée passe dans des clarificateurs où elle est centrifugée. C'est l'opération qui permet de séparer la mélasse diluée de toutes impuretés comme les colloïdes et les boues, et ainsi d'éviter le colmatage de l'échangeur utilisé pendant la stérilisation.

1.3. Stérilisation

La mélasse diluée et clarifiée (MDC) est stérilisée par injection de vapeur. La stérilisation est la destruction des germes (micro-organismes) présents dans un milieu. Dans la stérilisation il y a 3 paramètres à contrôler : la température (132°C) dans le stérilisateur et le temps de contact (1 minute 13 s) et la pression.

Ensuite, La MDCS passe dans un échangeur avec la MDC non stérilisée pour élever sa température de 70 à 80°C. A la sortie de L'échangeur, si la température de MDCS est inférieure à 120°C, une vanne automatique (van 2) s'ouvre pour qu'elle revienne à la cuve de MD.

1.4. 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 refroidie ainsi que l'eau se réchauffe.

Remarque:

Le chauffage de l'eau de refroidissement provoque la formation du calcaire et risque un colmatage des plaques de l'échangeur, l'utilisation du poly-phosphate à pour but d'empêcher le dépôt du calcaire, donc la décalcification (AFI, 2014).

Procédé de nettoyage de la station de mélasse

Les étapes de nettoyage de la station de mélasse sont :

- Rinçage préliminaire : ou bien démolissage, il s'agit d'éliminer tous les dépôts de la mélasse tout en utilisant l'eau chaude à 65°C.
- Nettoyage par la soude, après l'ajoute des additifs (les tensioactifs par exemple et aussi on ajoute des infectants comme l'eau de javel).

✚ Récupération de la soude :

- Rinçage avec l'eau après le nettoyage avec la soude.
- Vidange.
- Nettoyage par l'acide nitrique.
- Récupération de l'acide.
- Rinçage avec l'eau.
- Vidange (**ABCHIR, 2011**).

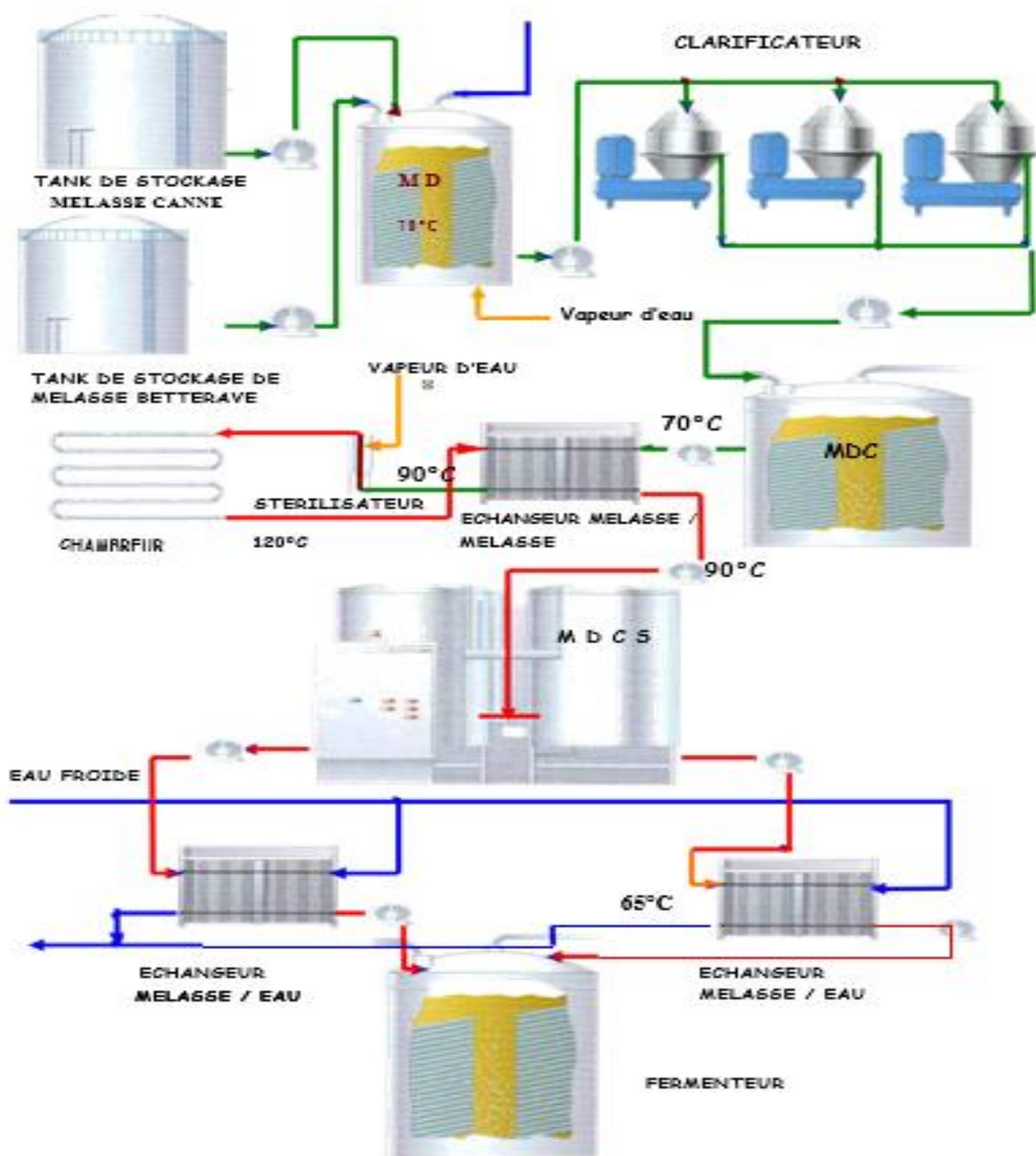


Figure 9 : étapes de la production de la mélasse (LESAFFRE, Département RH).

2. Etapes de Production de la levure de boulangerie

La fabrication de la levure a pour objectif de produire une grande quantité de cellules vivantes biomasse. Dans un cuve industrielle qui favorise la multiplication des cellules dans des conditions optimales (mélasse, température, pH...). Le procédé permet d'obtenir des produits performants et adapté aux attentes des consommateurs.

A. Ensemencement

Chaque mois la société LESAFFRE Maroc reçoit 2 souches (la souche L13 (levure sèche) et L20 (levure fraîche)) dans un milieu gélosé contenant du saccharose et incubé à 30°C pendant 48h puis conservé à 4°C, Ces souches sont ensemencées dans un milieu nutritif riche composé de saccharose et d'extrait de levure et incubé à 33°C. (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 (pendant 8h) 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 durant 17h , 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.

Pré fermentation

Après l'incubation dans la cuve de 800L le mout obtenu passe à la cuve du pré fermentation où on ajoute de la mélasse et l'eau et les autres éléments comme l'urée qui contient de l'azote, du phosphate, du sulfate, du chlorure de magnésium, des vitamines que la levure nécessite pour sa multiplication et l'acide sulfurique(H_2SO_4) car les levures vivent dans les milieux acides et l'oxygène qui provient de l'air, on contrôle aussi le pH qui doit être compris entre 3,4 et 4,5 tous avec agitation.

Fermentation

Après la pré-fermentation on passe à la fermentation qui se fait dans des grandes cuves. 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 détruit 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.

B. 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 qui composée 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 délevuré qui est vendu pour les agriculteurs comme sort d'engrais.

C. 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.

D. Filtration

À la sortie de centrifugeuse, la crème contient plus de 30% d'eau. Cette eau est éliminée par un tambour rotatif sous vide, contenant des trous recouverts d'une couche d'amidon permettant le passage des molécules d'eau, et empêchant la levure étalée sur le filtre, puis raclée par un couteau.

La levure sèche est destinée au malaxage à l'aide des grilles formant des grains de tailles différentes.

E. Emballage de la levure fraîche

La levure fraîche est emballée grâce à une machine spéciale appelée «Boudineuse» constituée à la fois, d'un malaxeur, et d'une enveloppeuse. Le gâteau obtenu après filtration est envoyé à la boudineuse pour obtenir un produit fini sous forme de boudins de 500 g qui seront emballés avec du papier paraffiné, puis encartonnées par des ouvriers (cartons de 20 unités), ensuite passent par une balance pour vérifier le poids, et à la fin de ce processus les paquets de levure sont envoyés vers une chambre froide pour la conserver à 4°C avant sa sortie au marché.

F. Séchage et conditionnement de la levure sèche

Après déshydratation de la crème, le gâteau obtenu est envoyé vers la boudineuse, où il est mélangé avec un émulsifiant qui fait blanchir la levure et rend ses cellules plus résistantes. Ensuite, il y a formation d'un râpé qui descend dans le bol des sécheurs à lit fluidisé à l'air chaud.

Il y a 2 types de levures sèches :

- La SPH : (levure sèche active)

Sous forme de petits grains sphériques, sa durée de séchage est d'environ quatre heures pour une quantité de 400 kg à 500 kg et s'effectue à 45°C. Elle est séchée de manière à obtenir 93 à 94 % de matière sèche. Ce type de levure séché nécessite une phase de réhydratation avant son utilisation.

- La SPI (levure sèche instantanée)

Sous forme des bâtonnets, elle a une durée de séchage réduite, durant 20min environ pour une quantité de 1000 kg, elle est caractérisée par une force fermentaire supérieure à celle de la SPH. Elle est séchée de manière à obtenir 95 à 96 % de matière sèche. Ce type de levures sèches ne nécessite aucune phase de réhydratation avant son utilisation.

G. Conservation

La levure fraîche est conservée à 4°C, alors que la levure sèche est conservée à température ambiante car son activité d'eau est faible.

Alors pour qu'on obtienne la levure de boulangerie la société LESAFFRE suit les étapes destinées au schéma suivant :

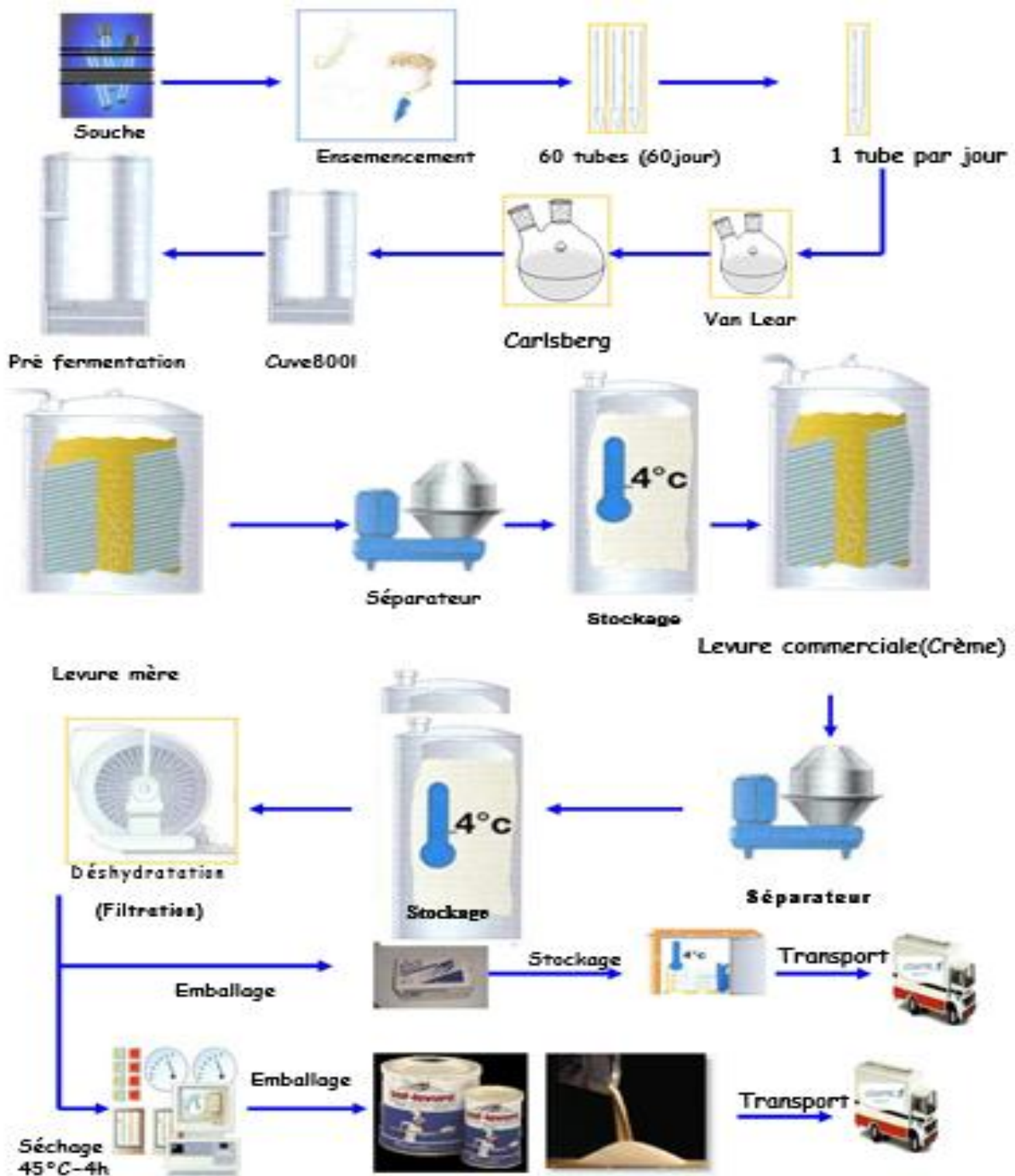


Figure 10 : Les étapes de production de la levure (LESAFFRE, Département RH)

PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

I. Prélèvements des échantillons de la mélasse

Les prélèvements ont été effectués chaque jour à 7 h 30min du matin pendant la période de stage du 03 Avril jusqu'à le 25 Mai au niveau :

- Tank de la canne à sucre (C)
- Tank de la betterave (B)
- Mélasse diluée (MD)
- Mélasse diluée clarifiée (MDC)
- Mélasse diluée clarifiée stérilisé (MDCS)
- Débourage (DB)

Ces prélèvements ont été réalisés à l'aide des robinets, en versant les échantillons dans des flacons de 200 ml. Chacun de ces derniers concernent une étape dans le traitement de la mélasse. Les échantillons ont été amenés directement au laboratoire pour les analyses.

II. Analyses effectuées au niveau de chaque étape de traitement de la mélasse

Pour atteindre l'objectif de notre travail, nous avons effectué sur la mélasse betterave, la mélasse canne, la mélasse diluée, la mélasse diluée clarifiée stérilisée et sur le débourage les analyses suivantes: Dosage du taux du saccharose, détermination de la matière sèche, dosage des sucres libres et dosage des sucres invertis.

1. Détermination du taux du saccharose

1.1 Principe

Le saccharose (sucrose sucre de table ou sucre blanc) est un sucre 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 (**YAGGOUR, 2013**).

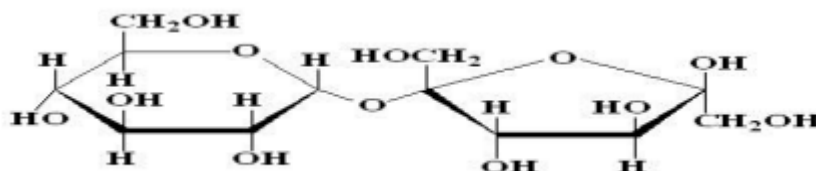


Figure 11 : Structure de la molécule du saccharose

Le taux de saccharose est déterminé à l'aide d'un polarimètre.

Un polarimètre : est un instrument de laboratoire utilisé pour déterminer l'angle d'activité optique d'une lumière polarisée passant à travers un échantillon de liquide ou solide.

1.2. Mode opératoire :

16 g de mélasse (B, C, DCS, D) est pesé et mis dans une fiole de 200ml avec 100 ml de l'eau distillé chaude plus 10 ml d'acétate de plomb basique pour précipité les autres composés que les sucres, agité le tous et ajouté de l'eau distillée jusqu'à 200 ml. Filtré le contenu sur papier filtre et à l'aide d'un polarimètre l'angle de rotation du saccharose (α) est mesuré.

La formule utilisée pour le calcul du taux de saccharose :

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

Avec :

α : l'angle de rotation

0,75 : constante de l'appareil

PE : prise d'essai

2. Dosage des sucres réducteurs libre

2.1. Principe

Les sucres réducteurs sont des sucres simples réactifs donneurs d'électrons dans une réaction D'oxydoréduction. On peut citer le glucose, le fructose et le maltose.

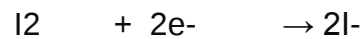
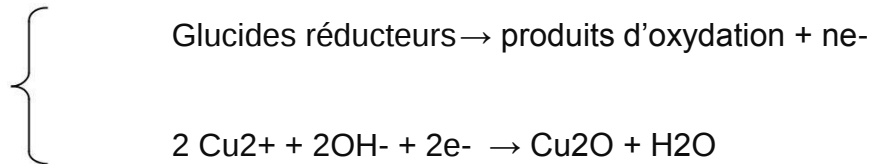
C'est un test spécifique pour la mélasse de canne, car elle est plus riche en sucres réducteurs qu'en saccharose.

Les réactions chimiques

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^+ sont oxydés par l'iode en Cu^{2+} , enfin l'excès d'iode est dosé par les thiosulfates de sodium.

+



L'équation de dosage:



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 (**ABCHIR, 2011**).

2.2. Mode opératoire

20g de mélasse est pesé et mis dans une fiole de 100ml avec 10 ml d'acétate de plomb plus de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Filtré le mélange à l'aide d'un papier filtre afin de récupérer le filtrat. Prélevé 5ml de filtrat, Ajouté 10ml de double tartrate de sodium et 10ml de Sulfate du cuivre en agitant puis complété à 100ml avec l'eau distillée. Porté le mélange à ébullition pendant 10 minutes.

Après refroidissement, ajouté 5ml d'acide acétique (5N) et 20ml de la solution d'iode (N/30) avec agitation, Ensuite titré la 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 verte en bleu.

Remarque :

- le dosage du blanc est aussi effectué.
- la prise d'essai du filtrat est en fonction de la concentration des sucres réducteurs dans la mélasse.

2.3. Calcul du taux des sucres réducteurs

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

$$\text{Taux des sucres réducteurs (\%)} = (V(\text{blanc}) - V(\text{échantillon}) * 1.03) / PE(\text{g})$$

Avec:

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

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

1.03: facteur de dilution.

Remarque :

- L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer tout ce qui est non sucres comme les protéines Et les vitamines.
- L'acide acétique est utilisé dans le but de neutraliser la solution.
- Le sulfate de cuivre est un oxydant, il oxyde les sucres réducteurs dans la mélasse.
- le double tartrate de sodium et de potassium empêche les ions Cu^{2+} de précipiter.
- L'iode oxyde les Cu^{+} en Cu^{2+}
- le thiosulfate réagit avec les ions I_2 et les réduit en I^{-} .

3. Matière sèche

3.1. Principe

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

Le pourcentage de matière sèche est le ratio entre le poids de la matière sèche et la masse de la matière non-sèche (hydratée) (ES-SAADOUNI, 2011).

3.2. Mode opératoire

Dans une fiole de 100ml, 20g de mélasse est pesé Avec agitation, puis complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Préparé les capsules avec lesquelles est pesée la mélasse diluée, Puis posé la capsule vide avec son couvercle pour l'obtention du poids en gramme P1, Ensuite, Taré la balance et pesé les 5ml de mélasse. Puis posée les capsules dans une étuve à 105°C et laissé à l'étuve pendant 16h. A leurs sortie de l'étuve, fermé les capsules et laissé refroidir au moins 1h au dessiccateur. Après pesée les capsules contenant les résidus avec leurs couvercles pour obtenir le poids exacts P2 en gramme.

La formule utilisée dans l'usine pour évaluer la quantité de la matière sèche et la suivante :

$$\text{Matière sèche} = \frac{(F2 - F1) * (P2 - P1)}{PE * \text{poids } 5\text{ml}}$$

F1 : Fiole vide
F2 : Fiole plein
P1 : Capsule vide
P2 : Capsule remplie
X : Poids de 5 ml de l'échantillon

6. Détermination du taux de la coloration

4.1. Principe

Le spectromètre est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer 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 (**ABCHIR, 2011**).

4.2. Mode opératoire

Le spectrophotomètre est allumé et réglé à une longueur d'onde de 420 nm, puis Dans une fiole de 100ml, mettre 20g de mélasse, avec agitation et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à le trait de jauge après posé 5ml dans une fiole aussi de 100 ml, compléter avec de l'eau distillée, et mesuré l'absorbance.

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).

Le taux de coloration est calculé par la relation suivante :

$$\text{Taux de coloration} = \left(\frac{ABS}{MS-ST} \right) * 100$$

Avec :

MS : matière sèche

ST : sucre totaux (saccharose+ sucre réducteur)

PARTIE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1. Taux du saccharose au niveau de la chaine de traitement de la mélasse

L'analyse du taux de saccharose a été effectuée sur des échantillons de la mélasse de canne, de la mélasse de betterave, de la mélasse diluée, de la mélasse diluée clarifiée et de la mélasse diluée clarifié stérilisée. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Taux de saccharose dans la chaine de traitement de la mélasse

Date	Taux de saccharose											
	Mélasse de Betterave		Mélasse de Canne		MD		MDC		MDCS		Débourbage	
	$\alpha 1$	%	$\alpha 1$	%	$\alpha 1$	%	$\alpha 1$	%	$\alpha 1$	%	$\alpha 1$	%
17 Avril	4,77	44,71	2,92	27,37	3,70	27,75	3,60	27,00	3,46	25,95	0,64	4,80
19 Avril	5,19	48,65	3,40	31,87	3,73	27,97	3,60	27,00	3,44	25,80	0,48	3,60
21 Avril	4,79	44,90	2,87	26,90	3,65	27,37	3,65	27,37	3,49	26,17	0,48	3,60
25 Avril	5,32	49,87	3,34	31,31	3,71	27,82	3,65	27,37	3,47	26,02	0,13	0,97
27 Avril	5,32	49,87	3,28	30,75	3,71	27,82	3,67	27,52	3,43	25,72	0,47	3,52
03 Mai	4,67	43,78	3,15	29,53	3,70	27,75	3,63	27,22	3,43	25,72	0,63	4,72
05 Mai	5,10	47,81	3,27	30,65	3,70	27,75	3,62	27,15	3,46	25,95	0,53	3,97
09 Mai	4,87	45,65	3,27	30,65	3,85	27,95	3,64	27,45	3,38	25,32	0,53	3,97
11 Mai	4,87	45,65	3,27	30,65	3,70	27,75	3,65	27,73	3,46	25,95	0,50	3,75
15 Mai	4,75	44,53	3,51	32,90	3,63	27,22	3,60	27,00	3,36	25,20	0,11	0,82
17 Mai	4,96	46,50	3,34	31,31	3,71	27,82	3,64	27,45	3,36	25,20	0,50	3,75
MAX	5,32	49,87	3,51	32,90	3,85	27,95	3,67	27,52	3,49	26,17	0,64	4,80
MIN	4,67	43,78	2,87	26,90	3,63	27,22	3,60	27,00	3,36	25,20	0,11	0,82
MOYEN	4,99	46,82	3,19	29,90	3,74	27,58	3,63	27,26	3,42	25,68	0,37	2,81

Les résultats d'analyses effectuées sur les 6 échantillons, pendant 10 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 on note une variation très minime du taux de saccharose dans la mélasse diluée et la mélasse diluée clarifiée stérilisée, cela peut être expliqué par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.
- Le pourcentage du taux de saccharose dans le débourbage est très faible, ceci et du à l'absence des pertes pendant la clarification, donc une bonne efficacité du clarificateur.

2. Taux des Sucres réducteurs

Les résultats d'analyse des sucres réducteurs dans la mélasse lors de la chaîne de traitement de cette dernière sont illustrés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Taux des sucres réducteurs au cours des étapes des traitements de la mélasse.

Date	Taux des sucres réducteurs									
	Canne		MD		MDC		MDCS		Débourbage	
	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%
17 Avril	7,50	7,81	8,00	1,20	11,00	0,90	13,00	0,70	19,10	0,09
19 Avril	7,00	8,12	8,50	1,15	9,00	1,10	10,70	0,93	19,50	0,05
21 Avril	6,50	8,43	8,50	1,15	9,50	1,05	11,60	0,84	18,00	0,20
25 Avril	6,90	8,18	7,90	1,21	9,40	1,06	11,20	0,88	18,80	0,12
27 Avril	8,00	7,50	8,60	1,14	8,90	1,11	11,00	0,90	19,80	0,02
03 Mai	7,10	8,06	8,50	1,15	9,70	1,03	12,50	0,75	18,70	0,13
05 Mai	7,50	7,81	8,80	1,12	10,00	1,00	12,00	0,80	18,00	0,20
09 Mai	7,20	8,00	7,80	1,22	10,50	0,95	11,80	0,82	19,00	0,10
11 Mai	8,00	7,50	7,50	1,25	11,00	0,90	12,70	0,73	19,10	0,09
15 Mai	7,80	7,68	8,00	1,20	9,40	1,06	11,80	0,82	19,40	0,06
MAX	8,00	8,43	8,80	1,25	11,00	1,06	13,00	0,93	19,80	0,20
MIN	6,50	7,50	7,80	1,14	9,40	0,90	10,70	0,70	18,00	0,02
MOYEN	7,25	7,96	8,30	1,19	10,2	0,98	11,85	0,81	18,40	0,11

D'après les résultats obtenus on note une variation importante sur les échantillons,

- La canne est riche en sucres réducteurs.
- Dans les différents jours le taux de sucres réducteurs libres dans la mélasse diluée et supérieur à celui dans la mélasse diluée clarifiée stérilisée.
- Comme dans les cas précédents. Le pourcentage de taux des sucre libres dans le débourbage est très faible, ce qui montre bien l'absence des pertes pendant l'étape de clarification.

3. Matière sèche

Les résultats de l'analyse de la matière sèche dans la mélasse au niveau de la chaîne de traitement de cette dernière sont illustrés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Taux de matière sèche dans la chaîne de traitement de la mélasse

Date	Matière sèche											
	Betterave		canne		MD		MDC		MDCS		Débourbage	
	PS	%	PS	%	PS	%	PS	%	PS	%	PS	%
17 Avril	48,50	74,79	51,40	67,74	47,57	47,75	48,38	46,70	53,16	40,70	53,46	50,11
19 Avril	48,10	75,95	52,40	67,45	47,52	47,52	48,40	46,22	52,78	39,16	52,15	47,25
21 Avril	48,50	75,60	52,29	67,56	47,80	47,80	48,50	46,87	52,31	41,72	52,31	50,45
25 Avril	48,62	74,90	51,45	67,88	47,50	47,50	48,97	46,10	52,25	40,51	52,51	44,21
27 Avril	53,32	76,56	49,52	67,50	47,19	47,19	52,32	45,87	50,10	41,73	53,03	49,45
03 Mai	53,05	75,70	52,17	67,88	49,27	46,78	52,32	46,32	52,22	40,51	50,47	47,58
05 Mai	52,14	75,23	51,17	67,33	51,44	46,90	52,88	46,55	49,57	39,69	51,28	54,64
09 Mai	50,62	75,30	51,40	67,62	48,63	47,63	52,67	46,58	49,74	40,46	52,49	48,88
11 Mai	49,80	75,69	49,78	67,78	46,93	46,93	52,31	46,16	50,10	41,73	52,54	50,11
15 Mai	48,92	76,74	50,12	67,88	48,54	47,50	51,28	45,87	51,26	39,89	51,33	51,33
MAX	53,32	76,74	52,40	67,88	51,44	47,80	52,88	46,87	53,16	41,73	53,46	54,64
MIN	48,10	74,90	49,52	67,33	46,93	46,78	48,38	45,87	49,57	39,16	50,47	44,21
MOYENNE	50,71	75,66	50,96	67,66	49,11	47,35	50,63	46,32	51,36	40,61	51,96	49,40

D'après les résultats obtenus :

- On constate que le pourcentage du taux de matière sèche dans la betterave est largement supérieur à celui de la canne ce qui indique que la canne plus riche en autres composés que les sucres.
- Dans ce cas une variation du pourcentage de la matière sèche entre la mélasse diluée et la mélasse diluée clarifiée stérilisée 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.
- C'est résultats sont en accord avec les résultats des années précédents qui ont trouvé des valeurs similaire (**AMMOR, 2012**).

4. Taux de coloration

Le tableau 5 montre les valeurs de taux de coloration au niveau de la chaîne de traitement de la mélasse.

Tableau 5 : Taux de coloration dans la chaîne de traitement de la mélasse

Date	Taux de coloration											
	Betterave		canne		MD		MDC		MDCS		Débourbage	
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%	Abs	%
17 Avril	0,498	1,64	0,963	2,91	0,552	2,99	0,439	2,34	0,378	2,32	0,980	3,17
19 Avril	0,443	2,30	1,333	3,97	0,502	3,01	0,526	2,52	0,343	2,48	1,118	3,77
21 Avril	0,550	2,10	0,180	4,19	0,471	3,12	0,542	2,97	0,341	2,47	0,980	3,04
25 Avril	0,452	1,99	1,914	3,07	0,500	3,02	0,486	2,23	0,332	2,22	1,044	3,75
27 Avril	0,551	2,20	1,333	3,97	0,502	3,01	0,432	2,22	0,343	2,14	0,989	3,14
03 Mai	0,566	2,34	1,180	4,19	0,489	3,32	0,414	2,07	0,343	2,03	1,118	3,77
05 Mai	0,579	2,89	1,199	4,02	0,421	3,46	0,411	2,03	0,366	2,00	0,980	3,04
09 Mai	0,598	3,22	1,259	4,34	0,452	3,66	0,439	2,34	0,341	2,26	1,986	3,80
11 Mai	0,548	2,18	0,911	3,00	0,477	3,87	0,439	2,34	0,300	2,31	0,999	3,20
15 Mai	0,555	2,28	0,963	2,91	0,477	3,87	0,526	2,52	0,316	2,09	1,251	3,92
MAX	0,598	2,89	1,333	4,34	0,552	3,87	0,542	2,97	0,378	2,48	1,986	3,80
MIN	0,443	1,64	0,911	2,91	0,421	2,99	0,411	2,07	0,300	2,09	0,980	3,04
MOYENNE	0,520	2,265	1,122	3,62	0,486	3,43	0,476	2,52	0,339	2,28	1,483	3,42

D'après les résultats obtenus :

- 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 riche en autres composants que le sucre.
- On remarque dans ce cas une variation du pourcentage de coloration entre la mélasse diluée et la mélasse diluée clarifiée est minime, Ces variations peuvent être expliquées par la clarification et l'injection de vapeur d'eau.
- Ces résultats sont en accord avec les résultats des années précédentes qui ont trouvé des valeurs similaires.

CONCLUSION

Au cours de ce travail de stage réalisé au sein du laboratoire de LESAFFRE Maroc, j'ai pu maîtriser les techniques de dosage des sucres réducteurs, de détermination du taux de saccharose, de taux de matière sèche et du taux de coloration.

L'étude de dosage des sucres de la mélasse au cours des différentes étapes de traitement a donné de bons résultats, qui confirment que la mélasse de canne est riche en sucres réducteurs, la mélasse de betterave est riche en saccharose et en matière sèche. Le taux des sucres réducteurs est du saccharose dans la mélasse diluée est supérieur à celle de la mélasse diluée clarifiée stérilisée. Ceci est dû à l'absence des pertes pendant la clarification, donc une bonne efficacité du clarificateur.

Tout cela montre que la mélasse traitée par la société LESAFFRE Maroc est de très bonne qualité. Ceci est due à l'efficacité des différentes étapes de production depuis la canne et la betterave brute jusqu'à la mélasse diluée clarifiée stérilisée.

Plus largement ce stage a été l'opportunité pour moi, d'avoir une idée approfondie sur l'application des études théoriques à l'échelle industrielle, d'appréhender et maîtriser les procédés industriels du traitement de la mélasse. Il nous a permis d'assumer une responsabilité au sein de l'entreprise et d'acquérir l'esprit du travail en équipe.

Référence

- Kenza AMMOR, 2011/2012, Dosage des sucres de la mélasse, Fès, Rapport de projet de fin d'étude FST Fès.
- Hanane BOUTSSARFINE, 2014/2015, Suivi des paramètres physicochimiques de la mélasse, Rapport de stage EST FES.
- AFI Achraf, 2012/2013, Evaluation des pertes de sucre et de matière sèche lors de clarification de mélasse, Rapport de projet de fin d'étude FST FES.
- ES-SAADOUNI Farida, Suivi des paramètres physicochimiques de la mélasse au sein de la société LEUSAFFRE Maroc, 2010/2011, rapport de projet de fin d'étude FST FES
- Youssef YAGGOUR, 2013/2014, Suivi et Optimisation du Rendement de la Station de Traitement de la Mélasse, Rapport de projet de fin d'étude FST FES
- http://www.antonpaar.com/Polarim%C3%A8tre/59_France_fr?productgroup_id=35/
- <https://fr.wikipedia.com>

