



Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

*Dosage des sucres de la mélasse évaluation  
de la méthode chimique et comparaison des  
résultats*

Présenté par :

◆ BOUNAKTA MERYAM

Encadré par :

◆ Mr A.BENNANI (Lesaffre Maroc)

◆ Pr F.KHALIL (FST)

**Soutenu Le 12 Juin 2012 devant le jury composé de:**

- Pr. KHALIL FOUAD

- Pr. BOULAHNA AHMED

- Pr .AMEZIANE HASSANI CHAKIB

Stage effectué à

Année Universitaire 2011 / 2012\$

# Remerciements



*Ce travail a été réalisé au  
Laboratoire d'analyses*

*Lesaffre Maroc, dont je remercie le directeur Mr Damien LESAFFRE pour son accueil ainsi que son adjoint Mr Khamlichi.*

*À l'issue de ce travail, je tiens à remercier chaleureusement mon encadrant Monsieur le professeur Khalil Fouad d'avoir accepté d'encadrer mon projet de fin d'étude et pour ses conseils, sa sympathie, sa disponibilité et son aide considérable et si précieuse pour la rédaction de ce rapport.*

*Je tiens à remercier également Monsieur Bennani Ali responsable du laboratoire d'analyses de la société Lesaffre Maroc, de m'avoir facilité l'accès au laboratoire et de m'avoir encadré, aidé pour la réalisation de ce travail et pour l'intérêt sans égal apporté à mon stage et particulièrement pour les efforts déployés inlassablement aux différentes étapes pour donner des explications détaillées qui m'ont permis de tirer un profit énorme du fruit de ses riches connaissances et de son expérience.*

*Je tiens également à exprimer mon grand respect à Monsieur le professeur Boulahna Ahmed, et Monsieur le professeur Ameziane Hassani Chakib membres du jury pour avoir accepté de juger mon travail.*

*Je voudrai aussi, remercier vivement Mr. El Assri Mohammed, Chef de département de chimie. Ainsi je remercie Mr. Chakroune Said, responsable de la filière Génie Chimique, pour l'intérêt et l'aide qu'il a apportés à l'égard de notre étude.*

*Mes remerciements vont également à toute l'équipe du laboratoire d'analyses et particulièrement, Monsieur Bouquadida Abdelali pour son aide, ses conseils et sa servabilité.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements infinis et mon profond respect au professeur Chaouch Mehdi pour sa gentillesse, ses aides précieux, son support moral et pour tous ses conseils qui m'ont permis de prendre les bonnes directions.*

*Mes remerciements et ma sincère gratitude destinés au professeur Lhassani Abdelhadi pour sa disponibilité, sa générosité, ses conseils précieux, son apport généreux et son soutien moral.*

*Je n'oublierai pas à l'occasion, de remercier tout le personnel du Lesaffre Maroc pour leur coopération, leur aide et leur soutien.*

*Enfin je remercie tous les professeurs du département de chimie de la faculté des sciences et techniques de FES.*

# Sommaire

Introduction .....	6
Présentation de lieu de stage .....	9
Description et activités du laboratoire d'analyses.....	11
<u>1.Laboratoire de microbiologie</u> .....	11
<u>2.Laboratoire physico-chimique</u> .....	11

## *Chapitre I* *Etudes Bibliographiques*

I. Généralités sur la levure .....	12
<u>1.Définition</u> .....	12
2.Caractéristique .....	13
<u>3.Développement de la levure</u> .....	13
<u>4.Les différentes formes de la levure</u> .....	14
II. Les étapes de production de la levure .....	15
<u>2.1-Ensemencement</u> .....	15
<u>2.2-Pré fermentation</u> .....	15
<u>2.3-Fermentation</u> .....	16
<u>2.4-Séparation</u> .....	16
<u>2.5-Stockage « crème commerciale »</u> .....	16
<u>2.6-Filtration</u> .....	16
<u>2.7-Séchage</u> .....	16
<u>2.8-Emballage</u> .....	17
<u>2.9-Stockage</u> .....	17
III- Processus de Traitement de la mélasse brute .....	19
<u>3.1. Définition</u> .....	19
<u>3.2. Type de la mélasse :</u> .....	19
<u>3.3. Les différentes étapes du traitement de la mélasse à la société LESAFFRE</u>	
Maroc : .....	21
<u>a-Stockage</u> .....	21
<u>b-Dilution</u> .....	21
<u>d-Stérilisation</u> .....	22
<u>e- Refroidissement</u> .....	22
<u>f- La distribution</u> .....	22

## *Chapitre II*

### *Méthodes d'études et d'analyses*

<b>I .Matériels et Méthodes .....</b>	<b>25</b>
<b>   <u>1.1</u>Aperçue sur le matériel utilisé .....</b>	<b>25</b>
<b>   <u>2.2</u> Aperçue sur les méthodes utilisés .....</b>	<b>26</b>
<b>II. Mesures effectuée sur la mélasse .....</b>	<b>27</b>
<b>   <u>A</u>.Méthode polarimétrique .....</b>	<b>27</b>
<input type="checkbox"/> <i>Détermination du taux du saccharose .....</i>	<i>27</i>
<input type="checkbox"/> <i>Détermination du Clerget.....</i>	<i>28</i>
<b>   <u>B</u>.Méthode chimique .....</b>	<b>29</b>
<input type="checkbox"/> <i>Détermination du taux des sucres réducteurs libre .....</i>	<i>29</i>
<input type="checkbox"/> <i>Dosage du taux du Clerget .....</i>	<i>29</i>
<b>III- Résultats et interprétation .....</b>	<b>31</b>
<b>   <u>3.1</u>.Méthodes Polarimétrique .....</b>	<b>31</b>
<u>a</u> - <i>Analyses du saccharose .....</i>	<i>31</i>
<u>b</u> - <i>Analyses du Clerget .....</i>	<i>33</i>
<b>   <u>3.2</u>. Méthodes Chimique .....</b>	<b>35</b>
<u>a</u> - <i>Analyses du Clerget .....</i>	<i>35</i>
<u>b</u> - <i>Analyses des sucres libres .....</i>	<i>38</i>
<b>IV- Comparaison des résultats entre la méthode chimique et la méthode polarimétrique .....</b>	<b>40</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>42</b>

Introduction

# *INTRODUCTION*

Le stage dans une industrie constitue un élément primordial dans la formation de chaque étudiant, afin de mieux connaître le milieu de travail, d'améliorer ses connaissances dans le domaine industriel et de renforcer ses acquis théoriques. La société LESAFFRE MAROC, l'une des grandes sociétés de production de la levure à Fès m'a accueillie pour effectuer mon stage de fin d'étude, plus précisément dans le laboratoire physico-chimique de la société.

Le but de ce stage est de me permettre d'établir un contact avec l'entreprise pour instaurer une complémentarité entre les connaissances de base théoriques et pratiques tirés du monde de travail.

Ce stage a été l'opportunité pour moi, d'une part d'avoir une idée approfondie sur l'application des études théoriques à l'échelle industrielle ainsi qu'appréhender et maîtriser les procédés industriels de fabrication de la levure.

D'autre part évaluer la méthode chimique du dosage des sucres de la mélasse par certaines techniques pour que le traitement de la mélasse soit dans les normes d'utilisation. Une comparaison entre les deux méthodes sera aussi effectuée.

Le présent du travail est réparti en deux chapitres :

- ④ **le premier chapitre**, décrit l'étude bibliographique
- ④ **Le deuxième chapitre** est consacré à l'étude expérimentale et comparaison des résultats obtenue.

*PRESENTATION DE  
LIEU DE STAGE*



## Présentation de lieu de stage

### ✓ Lieu de l'étude : la société industrielle « LESAFFRE Maroc », Fès

En 1993, la société SODERS a été majoritairement détenue par le groupe Français Lesaffre et portant aujourd'hui comme nouvelle appellation « Lesaffre Maroc », elle présente la première entreprise privatisée du Maroc bénéficiant de l'expérience et de l'expertise du leader mondial dans la fabrication de la levure de panification.

Son siège est situé au quartier industriel sidi Brahim Fès, elle emploie 170 personnes avec une superficie de 2 hectares qui appliquent 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 Maroc fabrique et commercialise de la levure et des améliorants de panification les marques suivantes :

♣ **Jaouda** pour la levure fraîche.

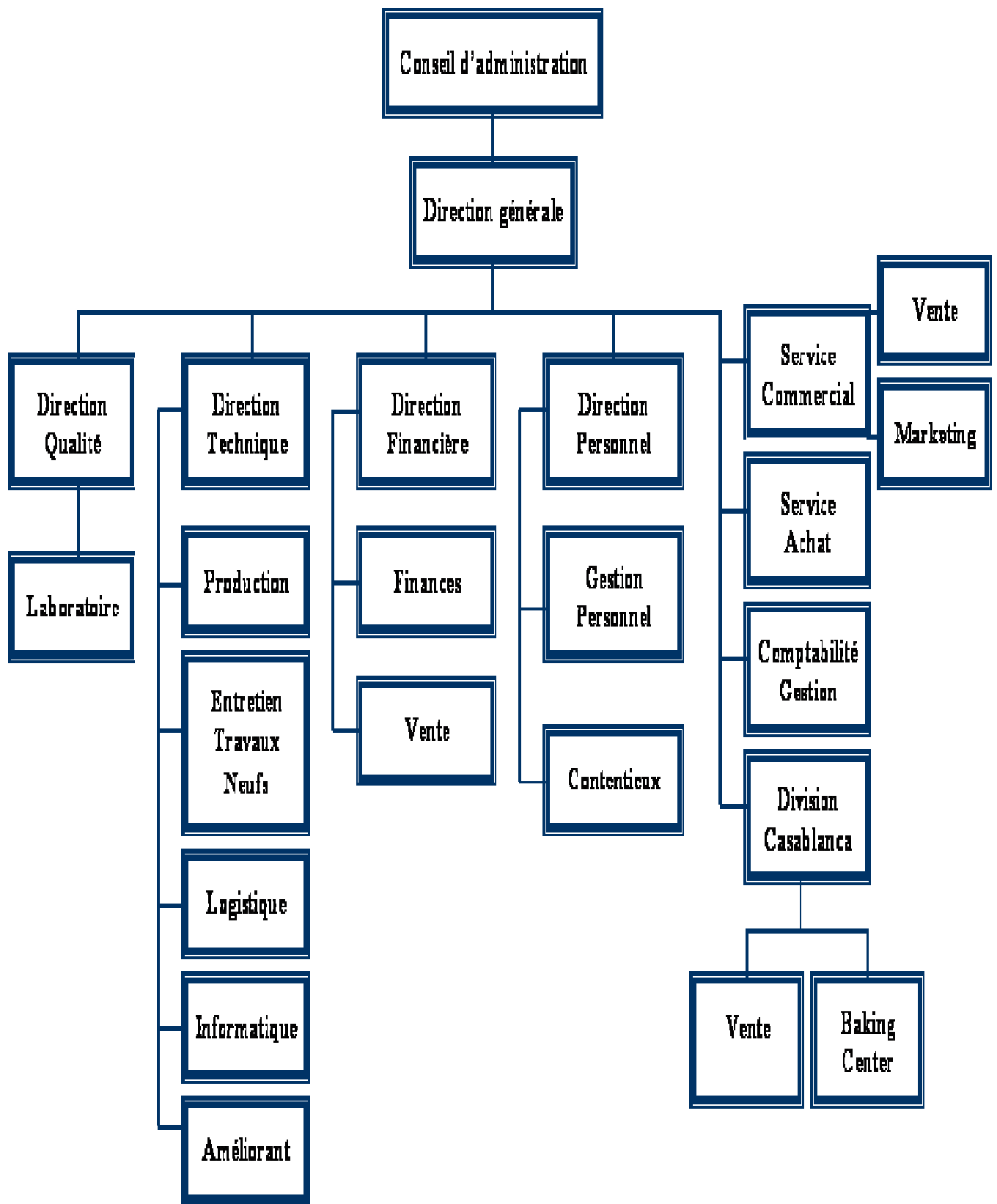
♣ **Rafiaa** et **Nevada** pour la levure sèche, ainsi qu'un type spécial destiné pour saturer les besoins des forces armées royales (FAR) en levure.

♣ **Ibis bleu** et **Magimix** pour les améliorants, ces derniers apportent aux consommateurs le pain qu'il apprécie que ce soit en terme de volume, de texture et couleur de mie, d'aspect et couleur de croûte, de conservation et bien sûr de goût.

Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels.

Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe LESAFFRE. LESAFFRE MARROC possède un laboratoire d'analyse où on effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité des levures est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique.

# ORAGANIGRAME DE LA SOCIETE LESSAFRE MAROC



# Description et activités du laboratoire d'analyses

## Description et activités du laboratoire d'analyses

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. Il est composé de deux laboratoires :

### **1. Laboratoire de microbiologie :**

La validité des contrôles microbiologiques, nécessite notamment l'obtention de résultats d'analyse 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 de LESSAFRE 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 est divisé en quatre parties :**

- ④ Salle des pathogènes où s'effectue les analyses des germes pathogènes.
- ④ Salle des préparations où la préparation des milieux de culture, la stérilisation et d'autres activités ont lieu.
- ④ Salle de stockage des matières premières.
- ④ Et enfin une salle d'analyses bactériologiques.

### **2. 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 le climat favorable.

**Il est divisé en trois parties :**

- ④ Salle de panification où s'évalue la force panaire
- ④ Salle de stockage où se trouvent tous les matériels et les produits initiaux.
- ④ 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.

# Chapitre I : Etudes Bibliographiques

## I. Généralités sur la levure :

### *1. Définition :*

La levure est une cellule vivante microscopique unicellulaires et eucaryotes de la famille des 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 une 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.

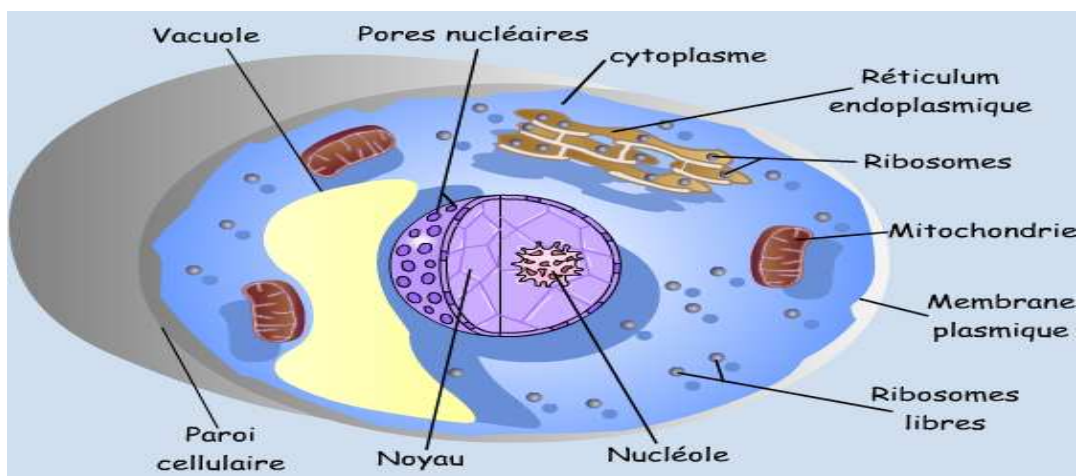
Le terme courant de levure désigne généralement le genre *saccharomyces*, levure de bière ou levure de boulangerie.

## **2. Caractéristique :**

Elle est capable 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.

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*)**

## **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) :**

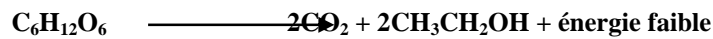
Les levures respirent et se multiplient abondamment, sans formation d'alcool. Le sucre dont elles se nourrissent est transformé en gaz carbonique et en eau. Ce phénomène s'accompagne d'une libération importante d'énergie qui leur permet de croître et de se multiplier par bourgeonnement.



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 (évaporeré 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.



#### **4. 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.**

### **❖ 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 emballés 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.

### ❖ **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.

## **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 du pré fermentation ou 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 aérées 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 tuer 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 qui contient 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  $\text{pH} = 2$  pour éviter la contamination, et stockée à  $4^{\circ}\text{C}$  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 quantité 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.

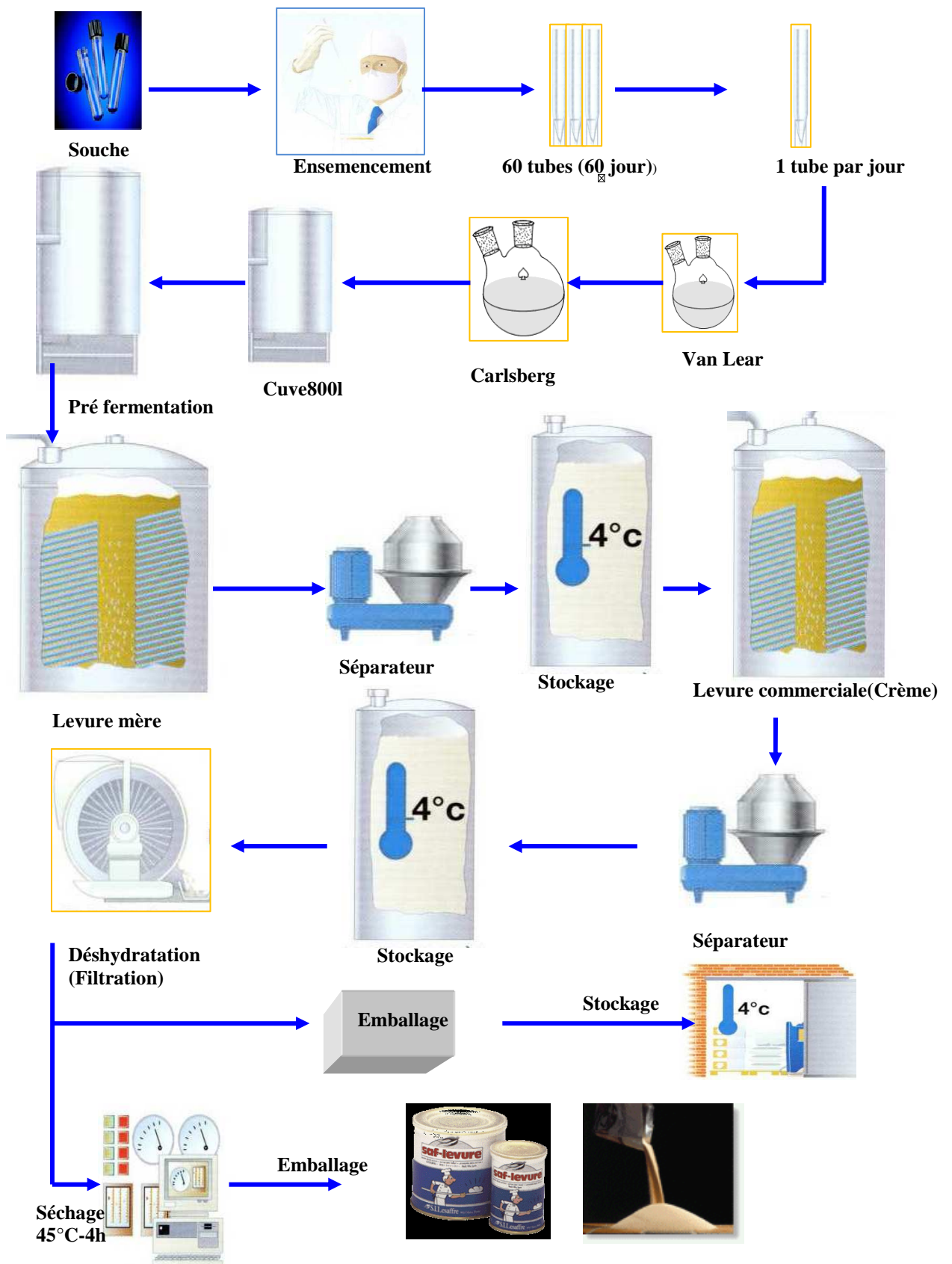


Figure 2 : Schéma général des étapes de production de la levure

## III- Processus de Traitement de la mélasse brute

### 3.1. Définition :

La mélasse est le coproduit final du raffinage du Sucre qui provient de la canne à Sucre et la betterave (80% betterave + 20% canne), moins calorifique que le saccharose. C'est un sirop très visqueux et très épais, constituant la nourriture essentielle précisément la source de carbone pour la levure, c'est un sucre brun foncé que l'on fait fondre avec quelques gouttes d'eau chaude pour obtenir un sirop épais. 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. La mélasse serait donc excellente pour lutter contre l'anémie, les rhumatismes, l'hypertension et la constipation...



Photo 1 : mélasse

### 3.2. Type de la mélasse :

Il y a deux types de mélasse :



canne

Photo 2 : La  
à sucre



Photo 3 : La betterave sucrière

- ✓ *La mélasse de canne*: a une forte appétence due à l'odeur et contient généralement plus de sucre que la mélasse de betterave (53à54%).
- ✓ *La mélasse de betterave*: est légèrement moins riche en sucre (48%), elle est moins appétent que la mélasse de canne.

### Tableau 1 : Composition chimique de la mélasse de canne et de betterave

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

Quelque soit l'origine de la mélasse, betterave ou canne, La teneur en sucres totaux est sensiblement la même (comprise entre 66,5 et 73,1% de MS), mais présente quelques écarts suivant le procédé industriel appliqué aux mélasses.

La recherche de sucres réducteurs. Permet donc de déceler les mélanges des deux mélasses.

La composition de la matière organique « non sucré » est assez différente suivant l'origine des mélasses. Dans les mélasses de betterave normales, la moitié de cette matière organique correspond à des matières azotées totales solubles (8 à 15% de la MS) dont la majeure partie se trouve sous forme de bétaine (5 à 7% de la MS).

Dans les mélasses, les matières azotées sont en quantités plus importantes (de 15 à 20% de la MS). En revanche, dans les mélasses de canne, cette fraction azotée est réduite à environ 5% de la MS.

Les teneurs en cendres des mélasses sont assez semblables suivant leur origine, mais une faible teneur en matière minérales des mélasses de betterave est obtenue selon le procédé appliqué.

Dans ces mélasses, La teneurs en potassium est très élevée alors que la teneur en calcium est faible.

Les mélasses de canne sont plus riches en phosphore et calcium que les mélasses de la betterave normal.

Suivant le type de procédé de technologie appliqué aux betteraves ou aux cannes pour l'extraction de sucre (diffusion dans l'eau), les matières azotées des mélasses présentent une caractéristique commune : leur solubilité totale.

### **3.3. Les différentes étapes du traitement de la mélasse à la société**

#### **LESAFFRE Maroc :**

La mélasse présente pour la levure une source de carbone sa préparation (80% de betterave + 20% de canne) consiste à une dilution, clarification, stérilisation et refroidissement.

#### **a-Stockage :**

La mélasse est fournie à **LESAFFRE Maroc** par plusieurs sociétés de sucreries telles : SUCRAL, SUTA, SUCRAFOR, SUNACAS, SURAC, SUNABEL...

Il y a des tests quotidiens effectués sur la mélasse brute (Brix et pH qui donnent une idée sur la qualité de la mélasse), et d'autres hebdomadaires (Clerget, sucres réducteurs, sucres totaux, et matière sèche, analyses microbiologiques..).

Avant d'arriver à la station de traitement, la mélasse est stockée dans 7 tanks (quatre pour la mélasse issue de betterave et les trois autres pour celle de la canne), une homogénéisation assurée par des pompes est très nécessaire.

#### **b-Dilution :**

La mélasse brute pose des problèmes d'engorgement lors de sa circulation dans la conduite, pour faire face à ce problème la société **LESAFFRE** débute le traitement de la mélasse par une dilution.

Pour effectuer cette tâche on introduit dans une cuve la mélasse brute (80% betterave+20% canne) qui provient de deux grandes cuves de stockage, cette mélasse est très visqueuse donc elle nécessite un échauffement pour diminuer sa viscosité, l'échauffement s'effectue par le contact de la mélasse avec la vapeur d'eau injectée (3,5bar) et grâce à l'eau chaude ajouté(66°C) pour faciliter le mouvement de la mélasse.

Ainsi que pour avoir un bon mélange avec les autres ingrédients (Urée ; les vitamines ; l'oxygène O<sub>2</sub> ; eau)

### **c-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.

A 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.

### **d-Stérilisation :**

La stérilisation à la vapeur a pour but d'éliminer tous les germes ou les contaminants en portant la mélasse(MDC) à une température de 130°C. Il ya deux paramètres à contrôler au cours de cette opération :

- ◆ *La température dans le stérilisateur.*
- ◆ *Le temps de contact.*

La MDC est introduite dans un échangeur à plaques à 70°C, ou un échange de chaleur entre la mélasse stérilisée à 130°C et celle clarifiée à 70°C a lieu. Cet échange de chaleur mélasse-mélasse permet d'élever la température de la MDC à 90°C avant qu'elle subisse la stérilisation ce qui atténue sa sévérité.

La MDC sort de l'échangeur, sous l'effet de la vapeur d'eau injectée, sa température s'élève à 130°C puis passe à travers un serpent, caractérisé par la conservation de la chaleur, pendant Quelques secondes, durée nécessaire pour tuer tous les micro-organismes présents dans la mélasse.

La MDCS obtenue passe dans l'échangeur à plaque (MDC/MDCS) qui permet d'abaisser la MDCS à 120°C et préchauffer la MDC à 80°C.

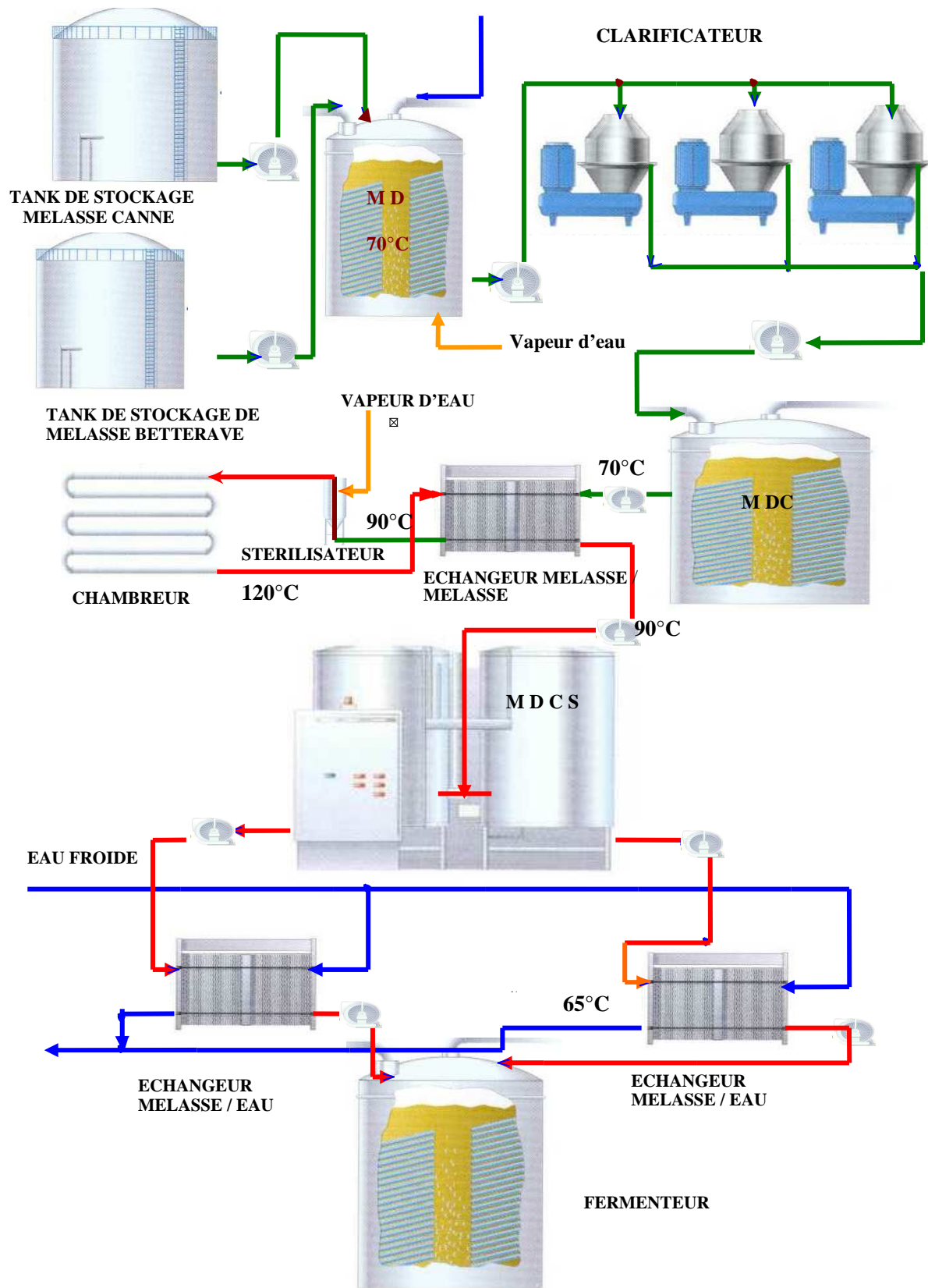
Le stockage de la MDCS se fait à une température de 90°C dans deux cuves de capacité de 30 m<sup>3</sup>.

### **e- Refroidissement :**

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

### **f- 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.



**Figure 5 : Schéma général de la station du traitement de la mélasse**

*Chapitre II :*  
*Méthodes d'études et*  
*d'analyses*



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 pendant le débouillage.

Dans cette partie nous présenterons:

- ④ **Matériels et méthodes**
- ④ **Résultats et interprétations**
- ④ **Comparaison des résultats entre les deux méthodes.**
- ④ **Conclusion**

# **I .Matériels et Méthodes**

## **1.1 Aperçue sur le matériel utilisé :**

### **☞ Clarificateur :**

- **Définition :**

La clarification est une séparation mécanique, par action de la force centrifuge, de deux phases ayant deux densités différentes (solide et liquide). En tant qu'étape de traitement, elle consiste à éliminer de la mélasse les impuretés solides pouvant figurer dedans pour obtenir une MDC (mélasse diluée clarifiée).

- **Principe de fonctionnement de clarification :**

Le principe de clarification, c'est éliminer les particules en suspension dans les fluides pour une bonne pureté (mélasse) qui utilise le principe de la force centrifuge pour séparer des substances de densités différentes.

Débouillage : c'est l'évacuation des déchets accumulés dans la base du clarificateur, La période du débouillage est bien précise, toutes les 7min, pas moins pour ne pas perdre l'énergie ni plus pour ne pas ralentir le processus. En effet le débouillage est effectué par le pompage d'un courant d'eau très fort dans la base du clarificateur, en suite cette eau chargée d'impureté est évacuée pour rejoindre les eaux usées.

### ☞ Centrifugeuse

La centrifugeuse est un appareil destiné à imposer une accélération grâce à un mouvement de rotation. Ce type d'appareil peut servir à séparer les mélanges constitués de parties ayant une densité différente.

## 2.2 Aperçue sur les méthodes utilisées :

### ☞ Polarimètre



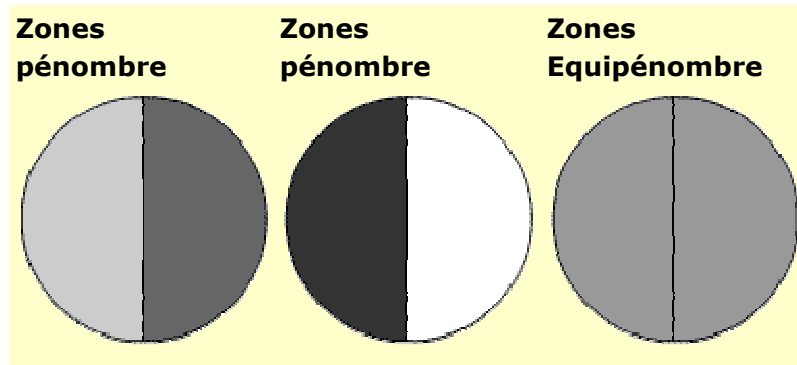
- **Principe de fonctionnement d'un polarimètre :**

Une substance chimique fait dévier le plan de polarisation d'une lumière incidente polarisée. Il suffit donc de placer une solution contenant la substance active entre les deux polariseurs pour vérifier si celle-ci fait dévier le plan de polarisation de la lumière.

Si c'est le cas, l'angle pour lequel on obtient l'extinction correspond à l'angle de rotation propre à la substance chimique. La mesure de cet angle est donc une caractéristique d'une substance chimique.

- **Utilisation du polarimètre :**

Dans le polarimètre, pour des raisons de commodité, on utilise une lame quart d'onde sur la moitié de l'oculaire dont le but est d'obtenir deux champs de pénombre. La valeur de l'angle de rotation du plan de polarisation peut être mesurée une fois que l'on est en zone d'équipénombre.



**Remarque 1.** Le liquide à analyser doit être parfaitement limpide.

**Remarque 2.** Aucune bulle d'air ne doit se trouver sur le passage du faisceau de lumière.

## II. Mesures effectuée sur la mélasse :

On prend 5 échantillons durant le circuit de la mélasse : **B** (la betterave pure), **C** (la canne pure), la **DNCS** (diluée non clarifiée stérilisée), **DCS** (diluée clarifiée stérilisée), et **DB** (débouillage). Et pour chacun, on procède à suivre le mode opératoire suivant :

### A. Méthode polarimétrique :

- Détermination du taux du saccharose :

#### → Saccharose :

C'est un disaccharide qui à la formule chimique  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , c'est le sucre que l'on trouve dans les végétaux. Il est le vecteur glucidique dans les plantes. Il est mis en réserve dans les tiges de la canne à sucre et dans les racines des betteraves.

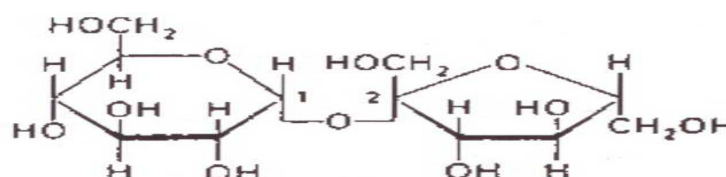


Figure 6 : Structure chimique de saccharose

➤ **Mode opératoire :**

Dans une fiole de 220 ml on pèse environ 8.14 g de mélasse de type **B, C**, et 16.28 g pour **DCS, DNCS, DB**, qu'on dilue dans 50 ml de l'eau distillée, puis on ajoute 15 ml d'acétate de plomb basique pour **C** et 10 ml pour **B, DCS, DB**, ensuite on complète à 220 ml avec l'eau distillée. Après 20 minutes, on filtre notre solution à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

➤ **Calcul le taux du saccharose :**

A l'aide d'un polarimètre on mesure la polarisation c'est-à-dire l'angle de rotation  $\alpha_1$ .

Le taux du saccharose est calculé par l'équation suivante:

$$\text{Taux du saccharose en (\%)} = (\alpha_{1,1} * 0.77 / \text{PE}) * 100$$

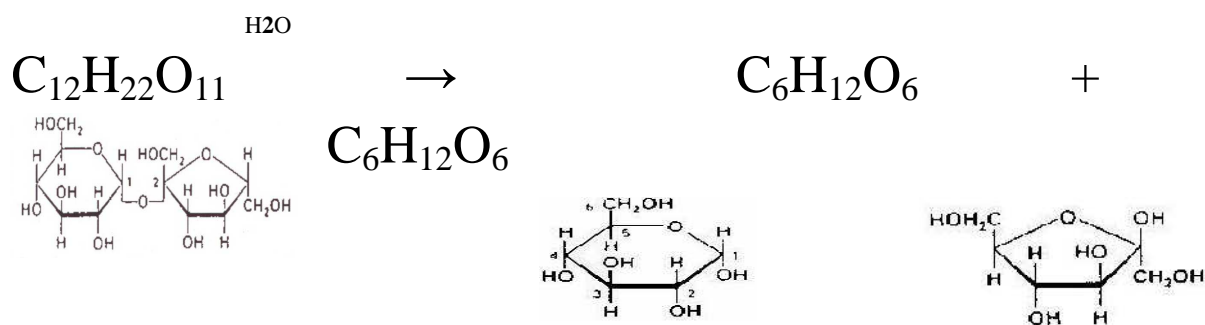
*Avec :*  $\alpha_1$  : l'angle de rotation  
 1,1 : facteur de dilution  
 0,77 : constante de l'appareil  
 PE : prise d'essai

• Détermination du Clerget

➔ Clerget :

Clerget ou sucre inverti qui est une solution aqueuse obtenue par hydrolyse du saccharose. Il est composé de glucose et de fructose en proportions égales, avec éventuellement une fraction de saccharose résiduelle.

Clerget est un test spécifique pour la mélasse de betterave, car elle contient une quantité importante de saccharose, et ce test consiste au clivage du saccharose, en fructose et glucose, car la levure digeste facilement les sucres sous forme dissociée.



➤ **Mode opératoire :**

Dans une fiole de 220 ml on pèse environ 8.14 g de mélasse de type **B, C** et 16.28 g pour **DCS, DB, DNCS**, après une dilution de la mélasse avec environ 50 ml de l'eau distillée on

ajoute quelques ml d'acétate de plomb basique en agitant, puis en complète à 220 ml avec l'eau distillée.

Après 10 minute on filtre notre solution à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

On prend environ 50 ml du filtrat et on y ajoute 5 ml d'acide chlorhydrique en agitant ensuite on chauffe notre solution au bain marie à 70°C pendant 10 minute, après refroidissement 20 °C on ajoute à notre solution une quantité du charbon actif ( 1g pour : **DCS, DNCS, DB** ), ( 1.5 g pour **C**), ( 0.5 g pour **B** ) en agitant, et après quelques minutes on filtre ( double filtration) à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

### ➤ **Calcule le taux du Clerget :**

A l'aide d'un polarimètre on mesure la polarisation du filtrat c'est-à-dire l'angle de rotation  $\alpha_2$ , le Clerget est calculé par l'équation suivante:

$$\text{taux de Clerget (\%)} = \frac{([\alpha_1 + (1,1 * \alpha_2)] * 1,1 * 0,77)}{[144 - (T^\circ/2) * Pe] * 100}$$

*Avec :*  $\alpha_1$  : l'angle de rotation du saccharose  
 $\alpha_2$  : l'angle de rotation du saccharose inversé  
 $T^\circ$  : Température du filtrat en (°C).  
144: constante de Clerget.

## **B. Méthode chimique**

### • **Détermination du taux des sucres réducteurs libre**

#### ➤ **Mode opératoire :**

Dans une fiole de 200 ml, on pèse 4 g de mélasse (B, C, DNCS, DCS, DB) et on complète à 100 ml avec l'eau distillé chaude, après agitation on ajoute quelques ml d'acétate de plomb basique et on prends 10 ml de mélasse diluée dans une fiole de 200 ml .

Après 10 minute ,on filtre notre solution à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat, on prélève une petite quantité de filtrat ( 10 ml de l'échantillon ) et on y ajoute environ 50 ml d'eau distillé, 10 ml de double tartrate et 10 ml de sulfate de cuivre puis on complète a 200 ml avec l'eau distillé et on porte le mélange à ébullition pendant 10 minute à 100°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.

### • **Dosage du taux du Clerget :**

#### ➤ **Mode opératoire :**

On pèse 4g de mélasse dans une fiole de 200ml et on y ajoute quelques ml d'acétate de plomb et on complète à 200ml avec l'eau distillée puis on filtre notre mélange à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

On prélève 50 ml de filtrat et on y ajoute 5 ml d'acide chlorhydrique et on porte le mélange à ébullition pendant 10 minutes à 72 °C. On prélève une petite quantité du filtrat et on y ajoute environ 50 ml d'eau distillée, 10ml de double tartrate (complexant), 10 ml de Sulfate du cuivre (oxydant) en agitant puis on complète à 100ml avec l'eau distillée et on porte le mélange à ébullition pendant 10 minutes à 72°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, on titre notre solution par les thiosulfates de sodium (N/30) en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

Remarque :

- on effectue aussi un dosage du blanc.
- Le virage est indiqué par le changement de coloration de verre en bleu.

### ➤ Calcul du taux des sucres réducteurs :

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

$$\text{Taux des sucres réducteurs (\%)} = \frac{(V_{\text{blanc}} - V_{\text{échantillon}}) * 1.03}{\text{Prise d'essai (g)}}$$

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

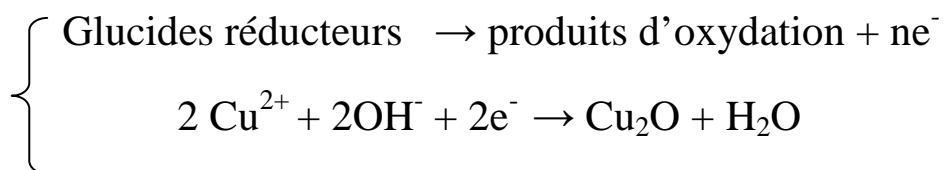
Blanc.

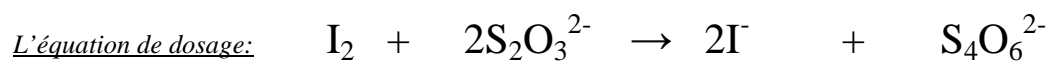
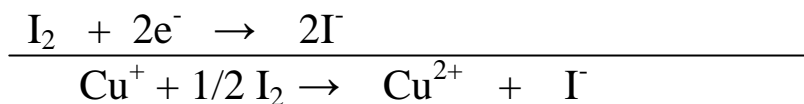
V (échantillon) : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage de l'échantillon.

### ➤ Mécanisme de la réaction :

Les ions  $\text{Cu}^{2+}$  présents dans la liqueur de Fehling (double tartrate+sulfate de cuivre) sont réduits par les sucres réducteurs en ions  $\text{Cu}^+$ , puis on a formation de  $\text{Cu}_2\text{O}$ , ensuite les ions  $\text{Cu}^+$  est oxydés par l'iode en  $\text{Cu}^{2+}$ , enfin l'excès d'iode est dosé par les thiosulfates de sodium.

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





• Remarques :

- ✓ L'acétate de plomb est utilisé pour éliminer tout ce qui est non sucres comme les protéines les vitamines.
- ✓ L'acide chloridrique précipite le PbCl<sub>2</sub>.
- ✓ L'acide acétique est utilisé dans le but de neutraliser la solution.

## III- Résultats et interprétation

### 3.1.Méthodes Polarimétrique

#### a-Analyses du saccharose :

les analyses réalisés sur les 5 échantillons pendant 13 jours ont permis d'obtenir les résultats suivants:

**Tableau 2: Taux du saccharose dans la mélasse par méthode polarimétrique**

DATE	Méthode polarimétrique Saccharose									
	Bettrave		Canne		Dilué		Dilué Stériliser	Clarifier	Débourbage	
	α1	Sac%	α1	Sac%	α1	Sac%	α1	Sac%	α1	Sac%
3_Mai	2.30	47.84	2.05	42.64	2.60	27.04	2.50	26.00	1.85	0,42
4_Mai	2.30	47.84	1.85	38.48	2.60	27.04	2.50	26.00	2.00	0,46
07-Mai	2.30	47.84	1.90	39.52	2.55	26.52	2.50	26.00	2.00	0,46
08_mai	2.30	47.84	1.95	40.56	2.50	26.00	2.50	26.00	2.10	0,48
09_Mai	2.30	47.84	1.90	39.52	2.50	26.00	2.45	25.48	2.00	0,46
10_mai	2.30	47.84	1.95	40.56	2.55	26.52	2.45	25.48	2.10	0,48
11_Mai	2.30	47.84	1.90	39.52	2.50	26.00	2.45	25.48	2.10	0,48
12_Mai	2.30	47.84	1.95	40.56	2.60	27.04	2.45	25.48	2.00	0,46

14-Mai	2.25	46.80	1.95	40.56	2.55	26.52	2.45	25.48	2.10	0,48
15-Mai	2.30	47.84	1.90	39.52	2.50	26.00	2.55	26.52	1.85	0,42
16-Mai	2.30	47.84	1.95	40.56	2.50	26.00	2.40	24.96	2.05	0,47
17-Mai	2.25	46.80	1.95	40.56	2.65	27.56	2.60	27.04	1.95	0,45
18-Mai	2.30	47.84	1.95	40.56	2.60	27.04	2.45	25.48	2.00	0,46
Moyne	2.29	47.68	1.93	40.24	2.55	26.56	2.48	25.80	2.01	0,46
Max	2.30	47.84	2.05	42.64	2.65	27.56	2.60	27.04	2.10	0,48
Min	2.25	46.80	1.85	38.48	2.50	26.00	2.40	24.96	1.85	0,48
E.Type	0.02	0.41	0.05	1.16	0.05	0.56	0.05	0.62	0.09	0,02

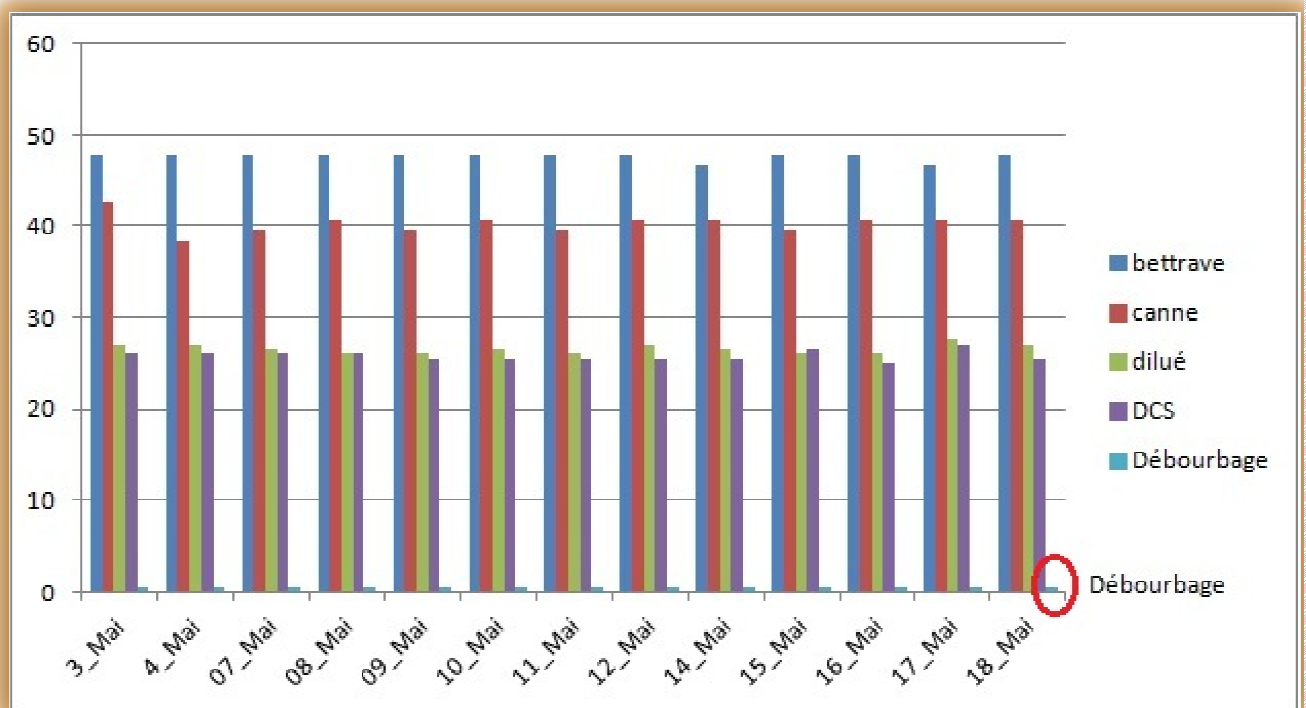


Figure 8 : Représentation Graphique du taux de saccharose dans la mélasse

### *Interprétation*



Les résultats d'analyses effectuées sur les 5 échantillons pendant 13 jours sur la mélasse montrent qu'il n'y a pas une grande variation du taux de saccharose contenue dans la mélasse et que les résultats sont reproductibles.

On remarque que le pourcentage du saccharose dans la betterave est supérieur par rapport à celui de la canne ce qui permet de déduire que la betterave est plus riche en sucre non réducteur que la canne.

Il est important de signaler que la variation du pourcentage du saccharose dans la D et la DCS est très minime. Cela peut s'expliquer par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.

On remarque que le pourcentage du saccharose dans le débourbage est presque nul. On peut donc confirmer qu'il n'y a pas de perte des sucres durant la clarification. Donc le clarificateur fonctionne très bien.

### **b-Analyses du Clerget :**

**Tableau 3: Taux du Clerget dans la mélasse par méthode polarimétrique**

Méthode polarimétrique « Clerget »										
Date	Betterave		Canne		Dilué		Dilué clarifier stériliser		Débourbage	
	$\alpha_2$	CLR%	$\alpha_2$	CLR%	$\alpha_2$	CLR%	$\alpha_2$	CLR%	$\alpha_2$	CLR%
3_Mai	0.70	47.71	0.50	40.40	0.65	25.76	0.65	24.98	0.50	0,41
4_Mai	0.70	47.71	0.55	38.15	0.60	25.33	0.60	24.55	0.35	0,41
07-Mai	0.65	46.85	0.55	38.93	0.70	25.80	0.60	24.55	0.40	0,42
08_mai	0.65	46.85	0.55	39.70	0.70	25.41	0.60	24.55	0.55	0,46
09_Mai	0.65	46.85	0.60	39.78	0.70	25.41	0.65	24.59	0.60	0,45
10_mai	0.65	46.85	0.55	39.70	0.65	25.37	0.75	25.45	0.55	0,46
11_Mai	0.65	46.85	0.55	38.93	0.75	25.84	0.65	24.59	0.50	0,45
12_Mai	0.65	46.85	0.55	39.70	0.60	25.33	0.70	25.02	0.50	0,44
14-Mai	0.70	46.93	0.55	39.70	0.65	25.37	0.65	24.59	0.50	0,45

15-Mai	0.65	46.85	0.60	39.78	0.65	24.98	0.60	24.94	0.50	0,41
16-Mai	0.65	46.85	0.55	39.70	0.70	25.41	0.70	24.63	0.55	0,45
17-Mai	0.65	46.08	0.60	40.56	0.70	26.57	0.65	25.76	0.55	0,44
18-Mai	0.65	46.85	0.55	39.70	0.65	25.76	0.65	24.59	0.50	0,44
Moyne	0.66	46.93	0.56	39.60	0.67	25.56	0.65	24.83	0.50	0,44
Max	0.70	47.71	0.60	40.56	0.75	26.57	0.75	25.76	0.60	0,46
Min	0.65	46.08	0.50	38.15	0.60	24.98	0.60	24.55	0.35	0,41
E.Type	0.02	0.47	0.03	0.71	0.04	0.45	0.04	0.42	0.07	0,02

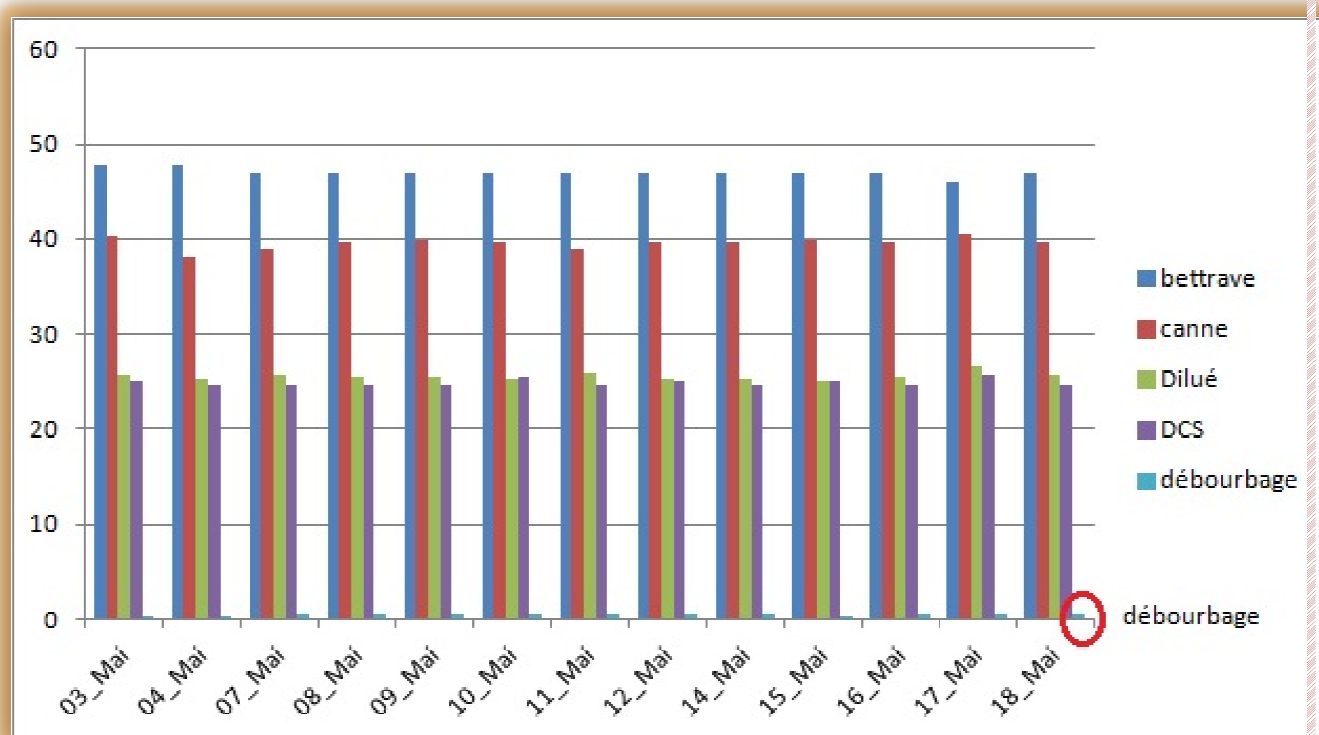


Figure 9: Représentation graphique du Taux de Clerget

## *Interprétation*

Comme dans le cas du saccharose, il est important de signaler que le taux du Clerget varie très peu durant les 13 jours d'analyse.

On remarque que le pourcentage du Clerget dans la betterave est supérieur par rapport à celui de la canne ce qui permet de constater que la betterave est plus riche en sucre réducteur que la canne.

Il est important de signaler que la variation du pourcentage du Clerget dans la D et la DCS est très minime cela peut s'expliquer par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.

On remarque que le pourcentage du Clerget dans le débouillage est presque nul. On peut donc confirmer qu'il n'y a pas de perte des sucres durant la clarification. Donc le clarificateur fonctionne très bien.

## 3.2. Méthodes Chimique

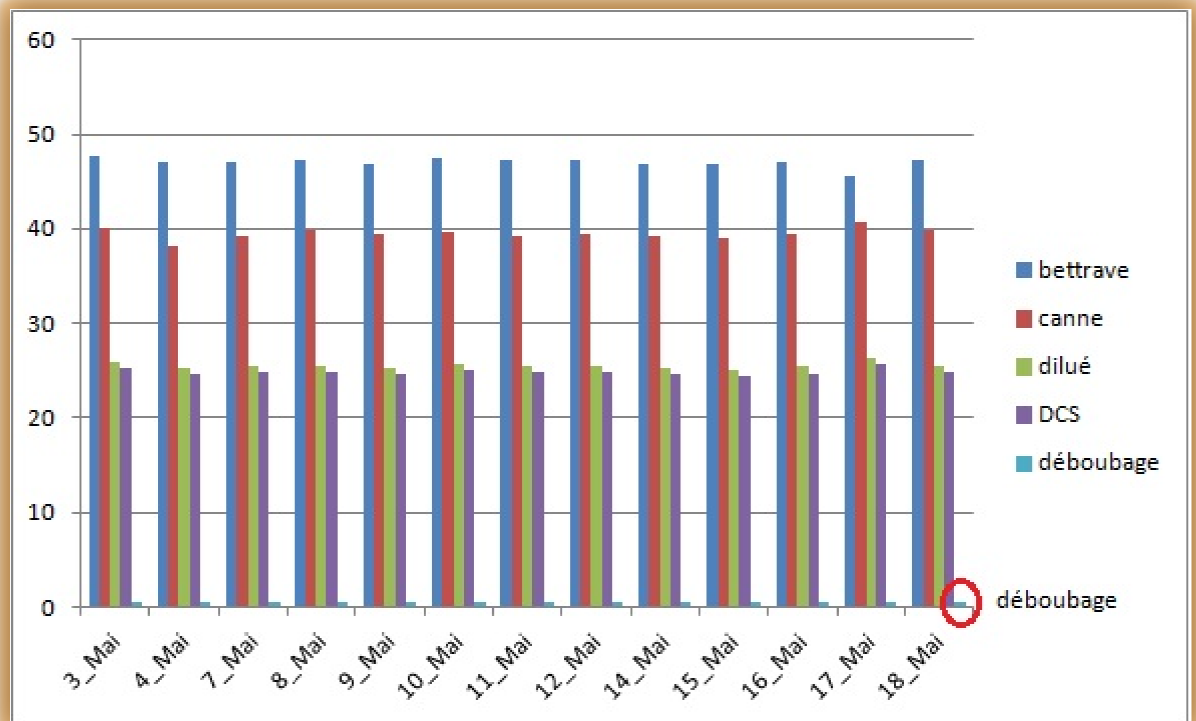
### **a-Analyses du Clerget :**

les analyses réalisés sur les 5 échantillons pendant 13 jours ont permis d'obtenir les résultats suivants:

**Tableau 4 : Analyses du Clerget dans la mélasse par méthodes chimiques**

Date	Méthode chimique « Clerget »									
	Bettrave		Canne		Dilué		Dilué Clarifier Stériliser		Débouillage	
	V	SRI%	V	SRI%	V	SRI%	V	SRI%	V	SRI%
03_Mai	23,15	47,69	19,50	40,17	12,55	25,85	12,25	25,24	9,20	0,42
04_Mai	22,85	47,07	18,50	38,11	12,30	25,34	12,00	24,72	8,96	0,41
07_Mai	22,80	46,97	19,00	39,14	12,35	25,44	12,05	24,82	9,10	0,41
08_Mai	22,90	47,17	19,40	39,96	12,35	25,44	12,05	24,82	10,20	0,46
09_Mai	22,75	46,87	19,10	39,35	12,25	25,24	11,95	24,62	10,00	0,45
10_Mai	23,00	47,38	19,20	39,55	12,50	25,75	12,20	25,13	10,20	0,46
11_Mai	22,90	47,17	19,00	39,14	12,40	25,54	12,10	24,93	9,90	0,45

<b>12_Mai</b>	22,95	47,28	19,10	39,35	12,40	25,54	12,10	24,93	9,60	0,44
<b>14_Mai</b>	22,75	46,87	19,05	39,24	12,30	25,34	12,00	24,72	10,00	0,45
<b>15_Mai</b>	22,75	46,87	18,90	38,93	12,20	25,13	11,90	24,51	8,95	0,41
<b>16_Mai</b>	22,80	46,97	19,10	39,35	12,25	25,24	11,95	24,62	10,00	0,45
<b>17_Mai</b>	22,15	45,63	19,75	40,69	12,80	26,37	12,50	25,75	9,65	0,44
<b>18_Mai</b>	22,90	0,67	19,40	4,79	12,35	0,9	12,05	0,8	10,20	0,42
<b>Moyenne</b>	22,81	46,99	19,13	39,41	12,39	25,52	12,09	24,90	9,65	19,87
<b>Max</b>	23,15	47,69	19,75	40,69	12,80	26,37	12,50	25,75	10,20	21,01
<b>Min</b>	22,15	45,63	18,50	38,11	12,20	25,13	11,90	24,51	8,95	18,44
<b>E.Type</b>	0,29	0,60	0,36	0,02	0,18	0,37	0,18	0,38	0,49	1,00



**Figure 10 : Représentation graphique du taux du Clerget**

### **Interprétation :**

Les analyses des sucres invertis effectuées sur la mélasse, montre une faible variation des résultats trouvés pendant les 13 jours d'analyse.

On remarque que le pourcentage du Clerget dans la betterave est supérieur par rapport à celui de la canne ce qui permet de constater que la betterave est plus riche en sucre réducteur que la canne.

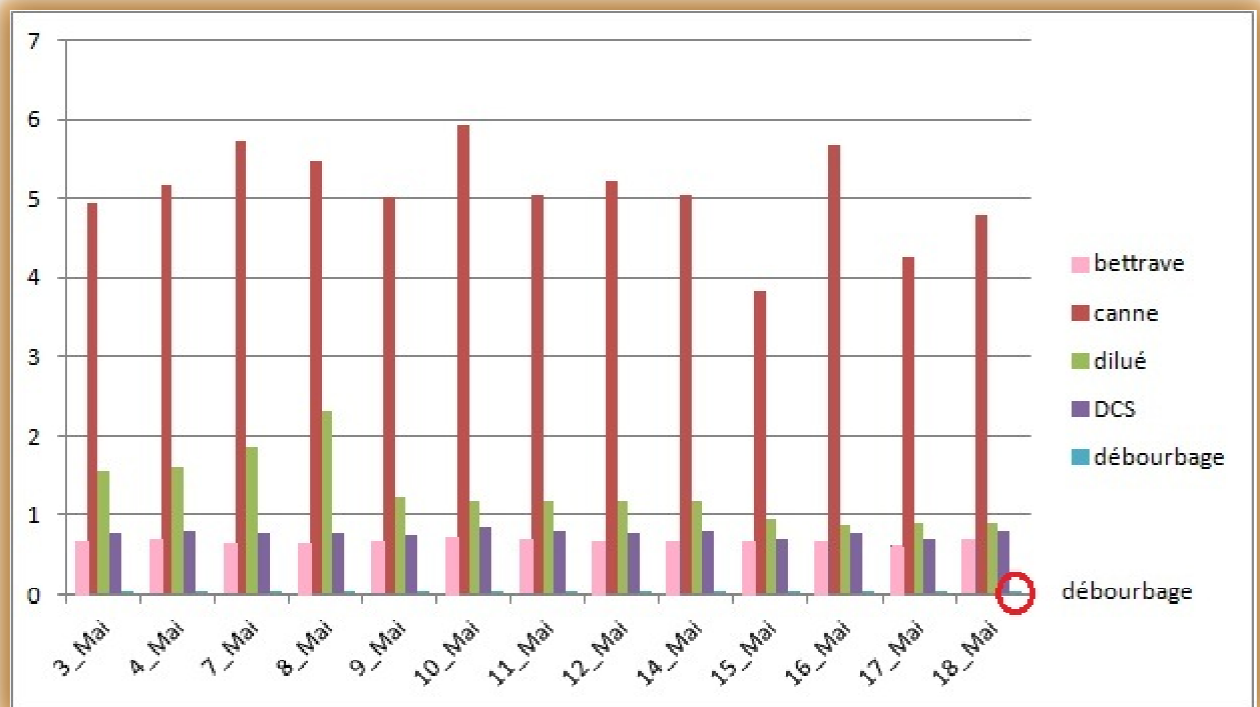
Il est important de signaler que la variation du pourcentage du Clerget dans la D et la DCS est très minime, ce qui veut dire qu'il n'y a pas de perte des sucres au niveau du clarificateur. Cela peut s'expliquer par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.

On remarque que le pourcentage du Clerget dans le débouage est presque nul. On peut donc confirmer qu'il n'y a pas de perte des sucres durant la clarification. Donc le clarificateur fonctionne très bien.

**b- Analyses des sucres libres :**

**Tableau 4 : Analyses du sucre libre dans la mélasse par méthodes chimiques**

DATE	Méthode chimique « sucre libre »									
	B		C		D		DCS		DB	
	V	SR%	V	SR%	V	SR%	V	SR%	V	SR%
3_Mai	1,24	0,64	9,60	4,94	3,00	1,55	1,50	0,77	1,25	0,01
4_Mai	1,32	0,68	10,05	5,18	3,10	1,60	1,55	0,80	1,15	0,01
07-Mai	1,20	0,62	11,15	5,74	3,60	1,85	1,50	0,77	1,05	0,01
08_mai	1,25	0,64	10,65	5,48	4,48	2,31	1,50	0,77	3,05	0,03
09_Mai	1,30	0,67	9,75	5,02	2,38	1,23	1,45	0,75	2,85	0,03
10_mai	1,40	0,72	11,50	5,92	2,30	1,18	1,65	0,85	3,30	0,04
11_Mai	1,35	0,70	9,80	5,05	2,30	1,18	1,55	0,80	1,45	0,02
12_Mai	1,25	0,64	10,15	5,23	2,30	1,18	1,50	0,77	1,30	0,01
14-Mai	1,30	0,67	9,80	5,05	2,30	1,18	1,55	0,80	1,15	0,01
15-Mai	1,32	0,68	7,45	3,84	1,85	0,95	1,35	0,70	1,00	0,01
16-Mai	1,25	0,64	11,05	5,69	1,70	0,88	1,50	0,77	0,77	0,01
17-Mai	1,20	0,62	8,25	4,25	1,75	0,90	1,35	0,70	1,30	0,01
18-Mai	1,30	0,67	9,30	4,79	1,75	0,90	1,55	0,80	1,20	0,01
Moyenne	1,28	0,66	9,88	5,09	2,52	1,30	1,50	0,77	1,60	0,82
Max	1,40	0,72	11,50	5,92	4,48	2,31	1,65	0,85	3,30	1,70
Min	1,20	0,62	7,45	3,84	1,70	0,88	1,35	0,70	0,77	0,40
E.Type	0,06	0,03	1,13	0,58	0,82	0,42	0,08	0,04	0,86	0,44



**Figure 11 : Représentation graphique du taux des sucres réducteurs libres**

### **Interprétation :**

Les analyses des sucres réducteurs effectuées sur la mélasse montrent une grande variation des résultats trouvés.

On remarque que le pourcentage des sucres libres dans la canne est largement supérieur que celui de la betterave ce qui permet de constater que la canne est plus riche en sucre réducteur que la betterave.

Contrairement aux précédentes analyses, on remarque dans ce cas une variation du pourcentage des sucres réducteur entre la mélasse D et DCS. Ceci est peut être du au fonctionnement du clarificateur.

Comme dans les cas précédents, le pourcentage de taux de sucres libres dans le débourbage est très faible, ce qui montre bien l'absence des pertes pendant l'étape de clarification.

## **IV- Comparaison des résultats entre la méthode chimique et la méthode polarimétrique :**

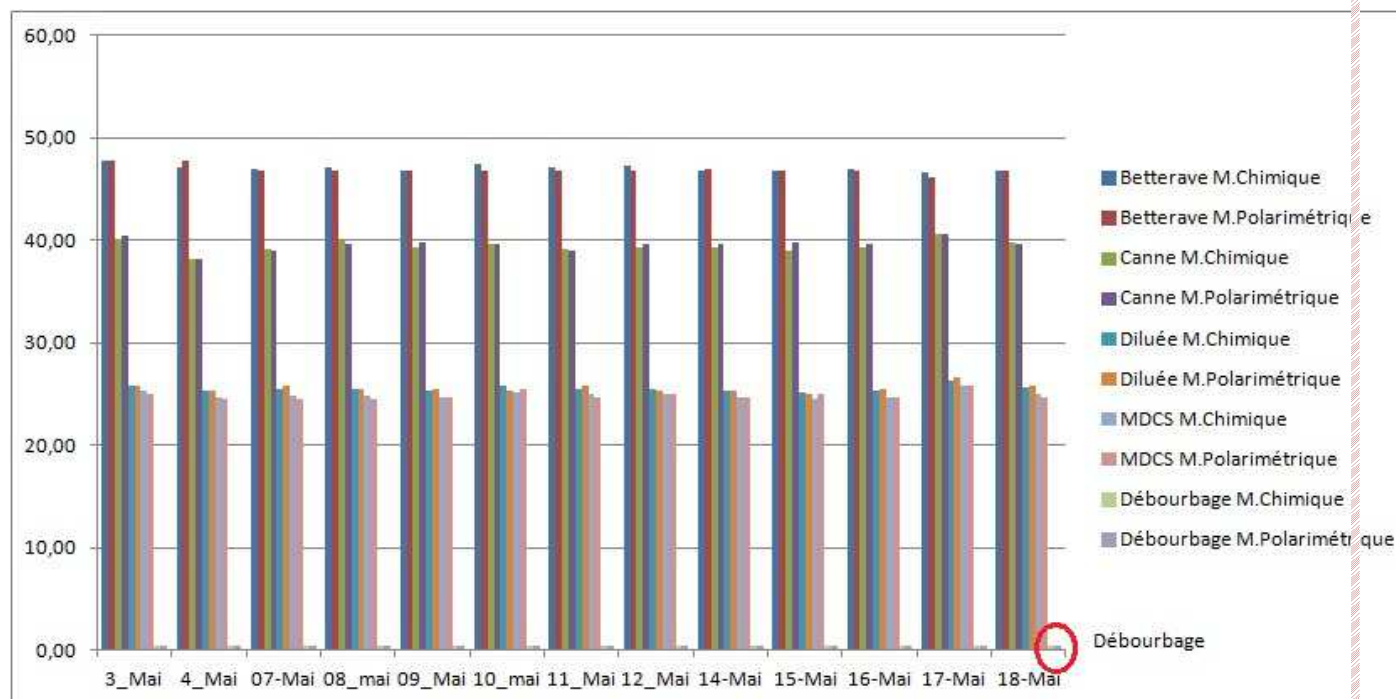
les analyses de comparaison réalisées sur les 5 échantillons pendant 13 jours ont permis d'obtenir les résultats suivants:

**Tableau 5 : Comparaison des sucres réducteurs entre deux méthodes différentes**

Comparaison des Sucres réducteurs entre deux méthodes « polarimétrique & chimique »										
Date	Betterave		Canne		Diluée		MDCS		Débourbage	
	Méthode .Chim	Méthode .Polari	Méthodes .Chim	Méthodes .Polari	Méthodes .Chim	Méthode. Polari	Méthode .Chim	Méthode. Polari	Méthode .Chim	Méthode .Polari
3_Mai	47,69	47,71	40,17	40,40	25,85	25,76	25,24	24,98	0,42	0,41
4_Mai	47,07	47,71	38,11	38,15	25,34	25,33	24,72	24,55	0,41	0,41
07-Mai	46,97	46,85	39,14	38,93	25,44	25,80	24,82	24,55	0,41	0,42
08_mai	47,17	46,85	39,96	39,70	25,44	25,41	24,82	24,55	0,46	0,46
09_Mai	46,87	46,85	39,35	39,78	25,24	25,41	24,62	24,59	0,45	0,45
10_mai	47,38	46,85	39,55	39,70	25,75	25,37	25,13	25,45	0,46	0,46
11_Mai	47,17	46,85	39,14	38,93	25,54	25,84	24,93	24,59	0,45	0,45
12_Mai	47,28	46,85	39,35	39,70	25,54	25,33	24,93	25,02	0,44	0,44
14-Mai	46,87	46,93	39,24	39,70	25,34	25,37	24,72	24,59	0,45	0,45
15-Mai	46,87	46,85	38,93	39,78	25,13	24,98	24,51	24,94	0,41	0,41
16-Mai	46,97	46,85	39,35	39,70	25,24	25,41	24,62	24,63	0,45	0,45
17-Mai	46,66	46,08	40,69	40,56	26,37	26,57	25,75	25,76	0,44	0,44
18-Mai	46,76	46,85	39,76	39,70	25,65	25,76	25,03	24,59	0,42	0,44



**Figure 12 : Représentation graphique du comparaison de sucres réducteurs par deux méthodes différentes**



### *Interprétations :*

Les résultats obtenus à partir des deux méthodes (Polarimétrique et Chimique) confirment l'évaluation de la méthode technique pratiquée en chimie.

La méthode polarimétrique est plus sensorielle que la méthode chimique.

# Conclusion

## Conclusion

Au terme de ce travail réalisé au sein de l'entreprise, je me suis d'une part familiarisé avec les techniques de production de la levure, et d'autre part maîtriser l'utilisation des méthodes d'analyses au sein du laboratoire *physico-chimique*.

L'étude que j'ai effectuée a montré que la mélasse traitée par la société LESAFFRE Maroc est d'une très bonne qualité, et cela montre bien l'efficacité des différentes étapes de production depuis la dilution jusqu'à la mélasse diluée clarifiée stérilisée.

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.

Les résultats obtenus à partir des deux méthodes (Polarimétrie et Chimique) confirment l'évaluation de la méthode technique pratiquée en chimie.

On peut donc conclure que la méthode chimique ainsi que la méthode polarimétrique sont des techniques efficaces pour effectuer un dosage des sucres de la mélasse diluée.