



**Licence Sciences et Techniques (LST)**

*Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité*

*TACCQ*

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

*Dosage des sucres de la mélasse Evaluation  
des méthodes et comparaison des résultats*

Présenté par :

◆ **AMMOR Kenza**

Encadré par :

◆ **Mr. BENNANI** (LESAFFRE)  
◆ **Pr. BOULAHNA** (FST-Fès)

**Soutenu Le 11 Juin 2012 devant le jury composé de:**

- **Pr. A. BOULAHNA**  
- **Pr. E. EL HADRAMI**  
- **Pr. F. KHALIL**

**Stage effectué à LESSAFRE Maroc**

**Année Universitaire 2011 / 2012**

# ♣ Dédicaces ♣

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui  
me sont très chères, et avec lesquelles j'ai  
Tout partagé:

**A mes chères Parents** pour leur soutien depuis le premier jour, leur présence à mes coté m'a été bénéfique, soyez honoré par ce travail et que Dieu vous garde.

**A mes Frères AHMED et YOUNESS** Vous, qui êtes à mes côtés, pour partager mes joies. Je vous souhaite une vie comblée et toute Réussite.

**A toute la promotion LST techniques d'analyses et contrôle de qualité 2011/2012**, je vous souhaite une bonne continuation dans votre vie personnelle et professionnelle.

# ♣ Remerciments ♣

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à rendre mon stage à Lesaffre Maroc aussi instructif et fructueux et pour tous ceux qui ont œuvré à la mise sur pied de ce stage.

Je remercie la Direction de la société **LESAFFRE-MAROC** de m'avoir offert cette opportunité d'apprendre aux côtés de leur personnels ; messieurs, dames, ce fut pour moi un honneur de vous avoir côtoyé.

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.

Aussi, voudrais-je témoigner toute ma profonde gratitude au personnel du laboratoire nominativement **Messieurs BOUQADDIDA, EL HAJJAMI, MAZOUZ, BOUKHATEM** et **RACHID** pour leur aide, soutien et le lien fraternel que nous eûmes partagés tout au long de ce stage.

Daignons remercier vivement le professeur **Mr. BOULAHNA** pour son encadrement, son suivi et ses conseils avisés.

Je remercie vivement les **Professeurs, E. EL HADRAMI** et **F. KHALIL** d'avoir accepté de juger ce travail.

A tous ceux qui liront un jour ce rapport, j'espère qu'il vous sera d'une utilité dans la connaissance de ce sujet.

## *Liste de Figures*

<b>Figure 1:</b> schéma d'une cellule de levure de boulangerie .....	6
<b>Figure 2:</b> mélasse brute .....	9
<b>Figure 3:</b> Dilution de la mélasse brute.....	11
<b>Figure 4:</b> Stérilisation de la mélasse .....	12
<b>Figure 5:</b> refroidissement de la mélasse.....	13
<b>Figure 6:</b> Station de trétement de la mélasse .....	14
<b>Figure 7:</b> filtre rotatif.....	16
<b>Figure 8:</b> Etapes de production de la levure.....	19
<b>Figure 9:</b> Structure chimique du saccharose.....	20
<b>Figure 10:</b> Taux du saccharose dans la mélasse.....	26
<b>Figure 11:</b> taux du Clerget dans la mélasse.....	28
<b>Figure 12:</b> taux de sucres libre dans la mélasse.....	29
<b>Figure 13 :</b> taux de Clerget dans la mélasse (méthode chimique).....	32
<b>Figure 14:</b> comparaison entre la méthode polarimétrique et la méthode chimique.....	34

# *Liste de tableaux*

<b>Tableau 1:</b> Composition chimique de la mélasse betterave et canne.....	10
<b>Tableau 2:</b> Taux de saccharose dans la mélasse.....	25
<b>Tableau 3:</b> Taux de Clerget dans la mélasse.....	27
<b>Tableau 4:</b> Taux de sucres libres dans la mélasse.....	29
<b>Tableau 5:</b> Taux de Clerget dans la mélasse (méthode chimique).....	31
<b>Tableau 6:</b> Tableau comparatif du taux de Clerget dans la méthode chimique et polarimétrique.....	33

# *Abréviation*

**B:** Betterave  
**C:** Canne  
**D:** Dilué  
**DCS:** Dilué Clarifié stérilisé  
**DB :** Débourbage  
**PE:** Prise d'essai  
**SPH :** levure sèche active  
**SPI :** levure sèche instantanée

**Sac:** saccharose

**CLR:** Clerget

**SRL:** Sucre réducteur libre

# *Sommaire*

Introduction.....	1
<b>Présentation du Lieu de Stage</b>	
I-Historique.....	2
II-Organigramme de l'entreprise.....	3
II- Description et activité du laboratoire d'analyse .....	4
<b>CHAPITRE I : Généralités et processus de fabrication de la levure</b>	
I-Généralités sur la levure.....	6
1-Définition .....	6
2-Caractéristique.....	6
3-Structure de la levure .....	6
4-Développement de la levure.....	7
5-Différentes forme de la levure .....	8
6-Composition chimique de la levure .....	8
II-Processus de la fabrication de la levure .....	9
1-Préparation de la mélasse.....	9
1.1-Dilution.....	11
1.2-clarification.....	12
1-3-stérilisation.....	12

1-4-refroidissement.....	13
1-5procédé de nettoyage de la station de mélasse.....	13
2-Etapes de la production de la levure.....	15
2.1-ensemencement .....	15
2.2-séparation.....	15
2.3-stockage.....	16
2.4-Filtration.....	16
2.5-séchage.....	17
2.6-emballage et conditionnement.....	17
2-7-conservation.....	18
<b>CHAPITRE II : Analyse physico-chimique effectué sur la mélasse</b>	
I-mesure effectué sur la mélasse.....	20
I-1-paramètres étudiés.....	20
1-1-méthode polarimétrique.....	20
a-détermination du taux de saccharose.....	20
b-détermination du taux de Clerget.....	21
1-2-méthode chimique.....	22
a-dosage des sucre libre.....	22
b-dosage du taux de Clerget.....	23
I-2-Résultas et inetrprétation.....	25
2-1-Méthode pomarimétrique.....	25
a-taux de saccharose.....	25
b-taux de Clerget.....	27
2-2-Méthode chimique.....	29
a-taux des sucres libre.....	29
a-taux de Clerget .....	31
I-3.comparaison entre les deux méthodes.....	33
Conclusion.....	35

# *Introduction*

Le stage de Projet de Fin d'Etude est très bénéfique et indispensable pour compléter la formation reçue au cours des années universitaire et d'acquérir des connaissances nouvelles sur le plan professionnel.

C'est dans ce contexte que j'ai effectué mon stage d'application au sein du laboratoire d'analyses physico-chimique comme projet de fin d'étude (LST: TACQ) au sein de la société LESAFFRE Maroc.

La mélasse est l'une des matières premières essentielles pour la fabrication de la levure, le suivi de dosage des sucres de cette matière est nécessaire pour permettre l'évaluation des méthodes et la comparaison des résultats.

L'objectif de ce stage est, d'une part, maîtriser les procédés industriels de fabrication de la levure, et d'autre part, contrôler la quantité des sucres reçue par différentes sucreries et quantifier le taux des sucres avant et après traitement.

Ces contrôles sont effectués par plusieurs analyses physico-chimiques telles que :

- L'analyse du taux du saccharose.
- La détermination du taux de Clerget.
- Le dosage des sucres réducteurs libre.
- Le dosage des sucres réducteurs Inverties.

Ce rapport est élaboré selon le plan suivant:

- le premier chapitre est concerné à la présentation de la société LESAFFRE.
- dans le deuxième chapitre nous décrivons un rappel sur le procédé de fabrication de la levure.
- dans le 3<sup>ème</sup> chapitre nous présentons les résultats d'analyse physico-chimique et leurs interprétations.

## *I. Historique.*

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

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

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

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

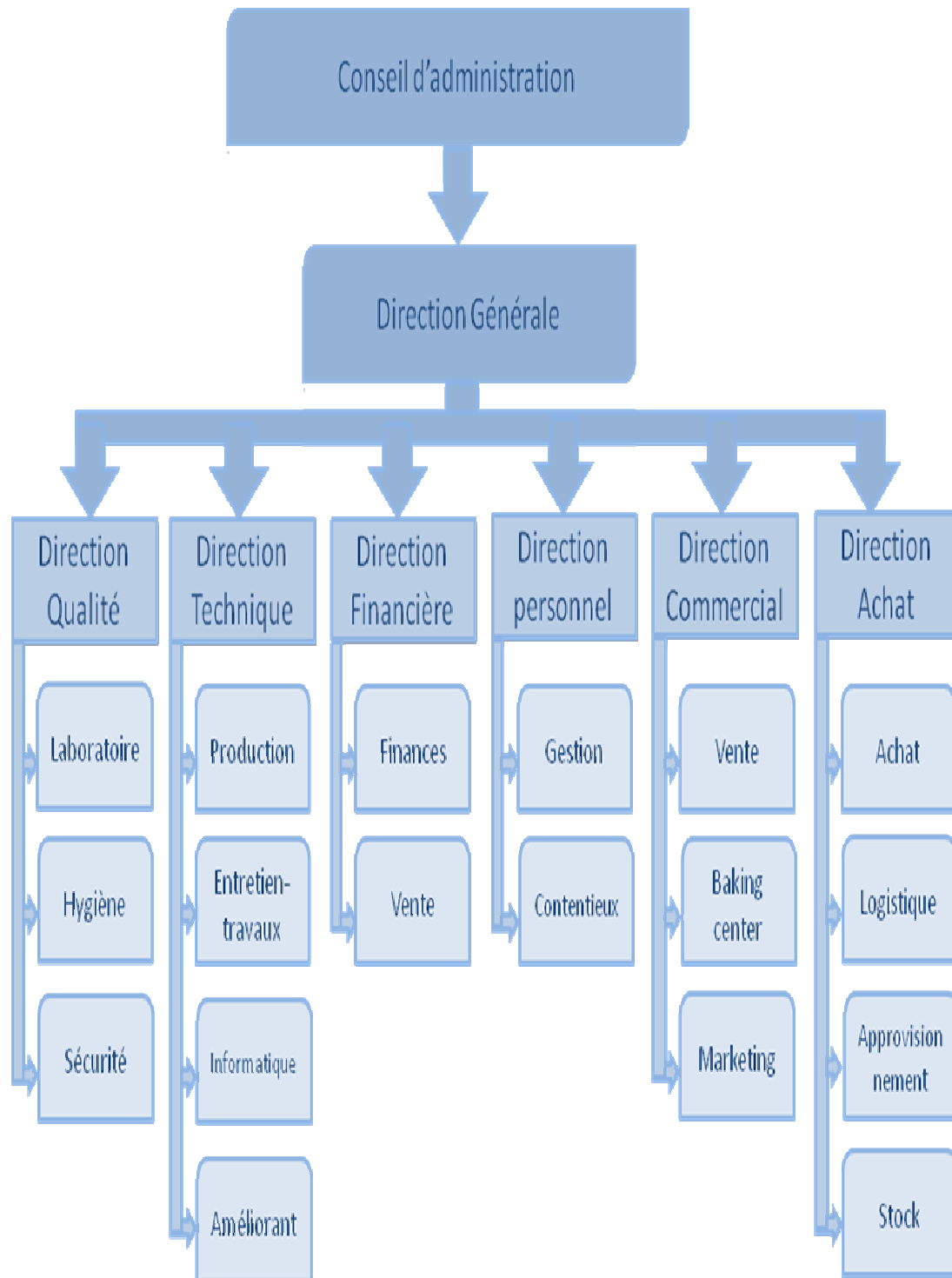
Sa large gamme de produits en fait aujourd'hui le leader sur le marché des professionnels. Bénéficiant de l'expertise et du savoir-faire du groupe lesaffre, la soders possède un laboratoire d'analyse qui effectue chaque jour de nombreux tests physico-chimiques et bactériologiques. La qualité de levure est ainsi sans cesse évaluée afin d'optimiser leurs performances : force fermentative, pureté, stabilité et résistance par rapport au contexte climatique.

Entre **1993 et 2004**, l'entreprise a investi 200 Millions de DH dans la modernisation de ses outils de production. **En 2004**, La Soders fait l'achat de SNA : Société Nouvelle de l'Alimentation, elle est spécialisée dans les produits de pâtisserie au Maroc. Elle commercialise les levures, les améliorants ainsi une gamme de produits de pâtisserie et le petit matériel de haute qualité. **En 2006**, il y avait la création de la nouvelle station de traitement de la mélasse et d'un nouveau laboratoire.

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

## ***II. Organigramme de l'entreprise.***





### ***III. 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 :**

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 (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'analyses bactériologiques.

❖ **Laboratoire physico-chimique :**

Il est équipé de matériels sophistiqués, alimenté de différents types d'eaux (eau adoucie, eau distillée, eau RADEEF) utilisées selon les besoins et fait appel à un personnel qualifié effectuant quotidiennement des analyses physico-chimiques et veillant toujours à bien respecter les consignes du responsable de laboratoire qui lui-même participe à l'application du plan de contrôle et une efficace démarche qualité par la surveillance instantanée et le climat favorable.

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.

## ***I. Généralités sur la levure.***

### ***1. Définition:***

La levure est un champignon microscopique unicellulaire et eucaryote. En effet, sa taille ne dépasse pas les 6 à 8 millièmes de millimètres (micron), à peine plus grand qu'une tête d'épingle ! À noter qu'un cube de 1 cm de côté pèse environ 1g et renferme, à lui seul 10 milliards de cellules vivantes de levure. Si l'on mettait bout à bout toutes les cellules contenues dans un bloc de 1 kilogramme de levure, on obtiendrait une chaîne de 42 000 kilomètres, soit la circonférence de la Terre. Il existe plusieurs espèces de levure. La plus connue s'appelle **Saccharomyces- cerevisiae** appelé aussi « levures de bière » et

« levure de boulangerie » Etymologiquement « saccharo » vient de sucre, « Myces » de champignon (moisissure) et « cerevisiae » signifie « brasserie » en latin.

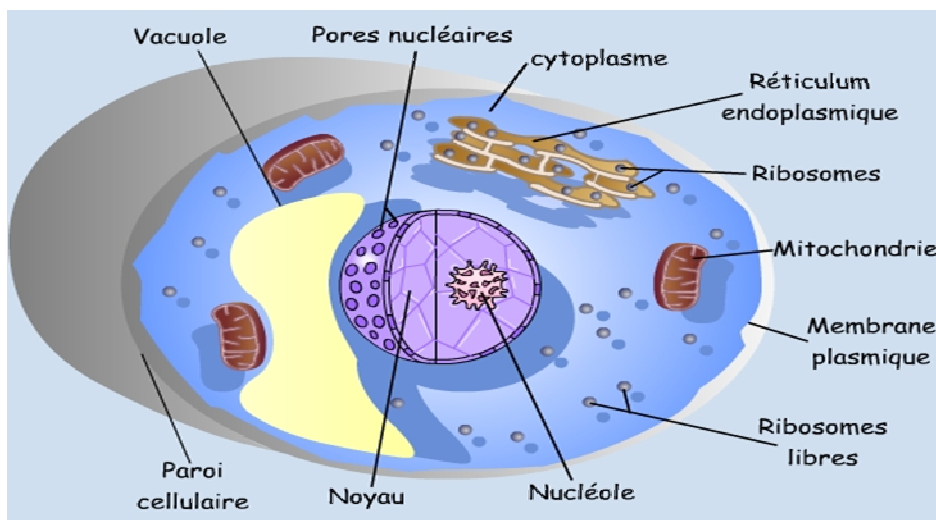
## ***2. Caractéristiques :***

La levure 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 toutes ou presque les synthèses dont elles ont besoin pour leurs croissance.

## ***3. Structure de la levure :***

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 *Saccharomyces cerevisiae*. Sa structure est la suivante:



## ***4. Développement de la levure :***

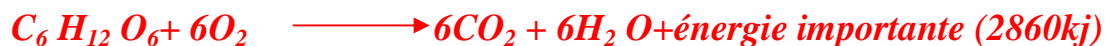
La levure de boulangerie appartient à un groupe relativement mineur de levures : les levures aérobies facultatives et fermentaires, capables d'utiliser le glucose en présence ou en absence d'oxygène et de fermenter le glucose même en présence d'air. La levure tire son énergie du glucose.

***Figure 1 : Schéma d'une cellule de levure de boulangerie***

Lors de l'oxydation du glucose, deux cas de figures peuvent apparaître selon que l'on est en présence ou en absence d'oxygène. Les quantités d'énergie libérées sont alors différentes.

✓ ***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.



Toute l'énergie contenue dans le glucose est libérée. Grâce à cette énergie, la levure assure son maintien en vie. Mais elle peut aussi l'utiliser pour synthétiser de la matière organique, c'est-à-dire se multiplier. Ce processus métabolique est celui de la respiration.

✓ ***En anaérobiose (privé d'air) :***

La levure ne trouve plus d'oxygène. Le sucre fourni par la farine est transformé en alcool (évaporé 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.



Dans ces conditions l'oxydation du glucose est complète:



### ***5. Différentes formes de levure:***

**Fraîche, sèche, ou encore liquide, la levure varie selon les pays, les traditions et l'environnement.** Déshydratée, la levure peut résister à des conditions climatiques parfois difficiles ; elle est très souvent commercialisée sous cette forme en Afrique, en Asie ou au Moyen-Orient. Fraîche, elle est plus fréquemment utilisée dans les pays disposant d'une logistique du froid bien maîtrisée. Emiettée, liquide ou surgelée, la levure est très bien adaptée à certains procédés industriels. Il existe six formes de levure :

✓ **La levure liquide.**

- ✓ **La levure pressée.**
- ✓ La levure émiettée.
- ✓ La levure sèche active.
- ✓ La levure sèche instantanée.
- ✓ La levure sèche à humidité intermédiaire surgelé.

### ***6. Composition chimique de la levure:***

La composition de la levure dépend de ses caractéristiques et de ses conditions de conservation. Les protéines, avec une forte proportion d'enzymes, sont l'image d'une activité métabolique potentiellement importante et d'un pouvoir fermentatif élevé. La paroi cellulaire, d'une épaisseur de 70 +/- 10 nm, représente 15 à 18 % des matières sèches cellulaires.

Les glucides sont principalement des glycanes et des mannanes constitutifs de la paroi, du glycogène (macromolécule de réserve utilisée en cas de longue carence en éléments nutritifs) et du tréhalose (disaccharide mobilisé préférentiellement en cas de carence courte).

Les lipides tels que les lipoprotéines et les phospholipides qui constituent la membrane cytoplasmique sont d'une importance capitale dans le maintien de ses propriétés au cours des différents procédés de séchage pour les levures sèches actives. Le phosphore, un des nombreux minéraux, est impliqué dans la constitution des acides nucléiques, des membranes et des molécules à fort potentiel énergétique.

## ***II. Processus de fabrication de la levure.***

### ***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.

Il faut distinguer la mélasse de la canne à sucre, qui a une forte appétence due à l'odeur et contient généralement plus de sucre que la mélasse de betterave (53 à 54%). La mélasse de betterave est légèrement moins riche en sucre (48%), elle est moins appétente que celle de la canne à sucre.



**Figure 2 : Mélasse Brute**

Le tableau suivant 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 (betterave et canne)**

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

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.
- Eliminer les fibres et les colloïdes par clarification.
- Eliminer 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.

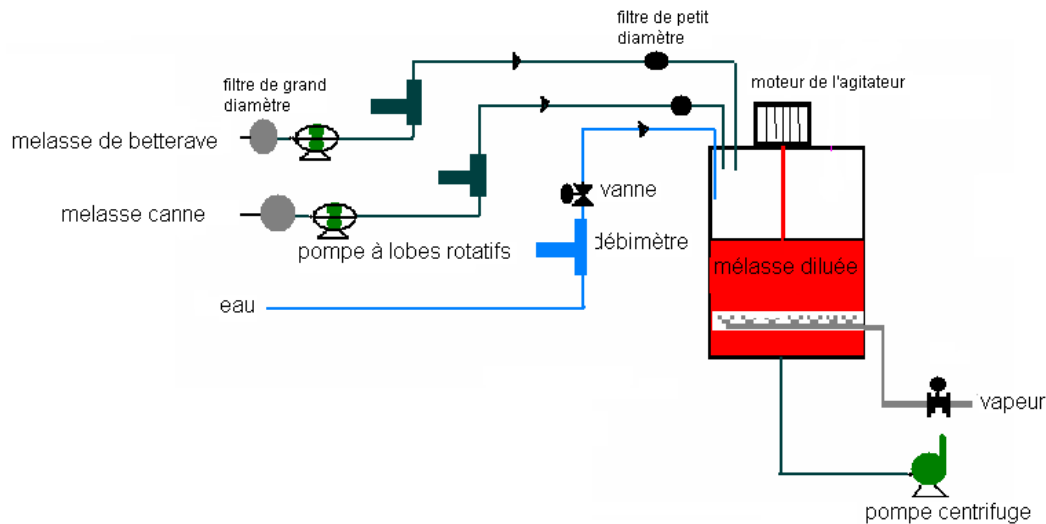
La préparation de la mélasse se fait selon les étapes suivantes :

### 1.1-dilution :

La mélasse brute pose des problèmes d'engorgement lors 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<sup>3</sup> 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.





**Figure 3 : dilution de la mélasse brute**

### 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. Pour cela on utilise la centrifugation grâce à des clarificateurs.

L'étape de clarification est précédée par une étape de filtration qui a le même but. Elle est effectuée par un filtre à panier qui élimine toutes les grandes particules pour faciliter la clarification. La mélasse sortie des clarificateurs, appelée mélasse diluée clarifiée (MDC), est stockée provisoirement dans une cuve MDC.

### 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 deux paramètres à contrôler : la température dans le stérilisateur et le temps de contact.

L'action conjuguée de la vapeur et de la température (132 °C pour un débit de 16m<sup>3</sup>/h) provoque la dénaturation des protéines des micro-organismes et la mort de ces derniers. Cette technique consiste à un contact direct entre la vapeur et la MDC pendant 1 minute 13s. En suite, elle passe dans un échangeur à plaque (MDC/MDCS) afin d'être refroidie et préchauffé. La MDCS passe dans un échangeur avec la MDC non stérilisée pour élever sa température de 70 à 80°C. A la sortie de

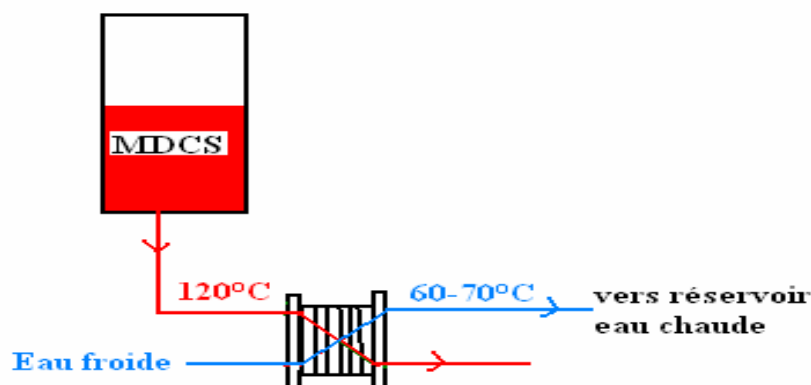
l'échangeur, si la température de MDCS est inférieure à 120°C, une vanne automatique (van 2) s'ouvre pour qu'elle revienne à la cuve de MD.

#### 1.4 **Figure 4 : stérilisation de la mélasse.**

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

#### **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.*



**Figure 5: refroidissement de la mélasse.**

### **1.5-Procédé de nettoyage de la station de mélasse**

- ✓ Rinçage préliminaire : ou bien demélassage, il s'agit d'éliminer tous les dépôts de la mélasse tout en utilisant l'eau chaude à 65°C.
- ✓ Nettoyage par la soude sa concentration est en fonction de la dureté d'eau on ajoute avec la soude des additifs (les tensioactifs par exemple et aussi on ajoute des infectants comme l'eau de javel pour le bon contact. Le rôle de la soude est l'élimination toutes les matières organiques grasses.

- ✓ 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.

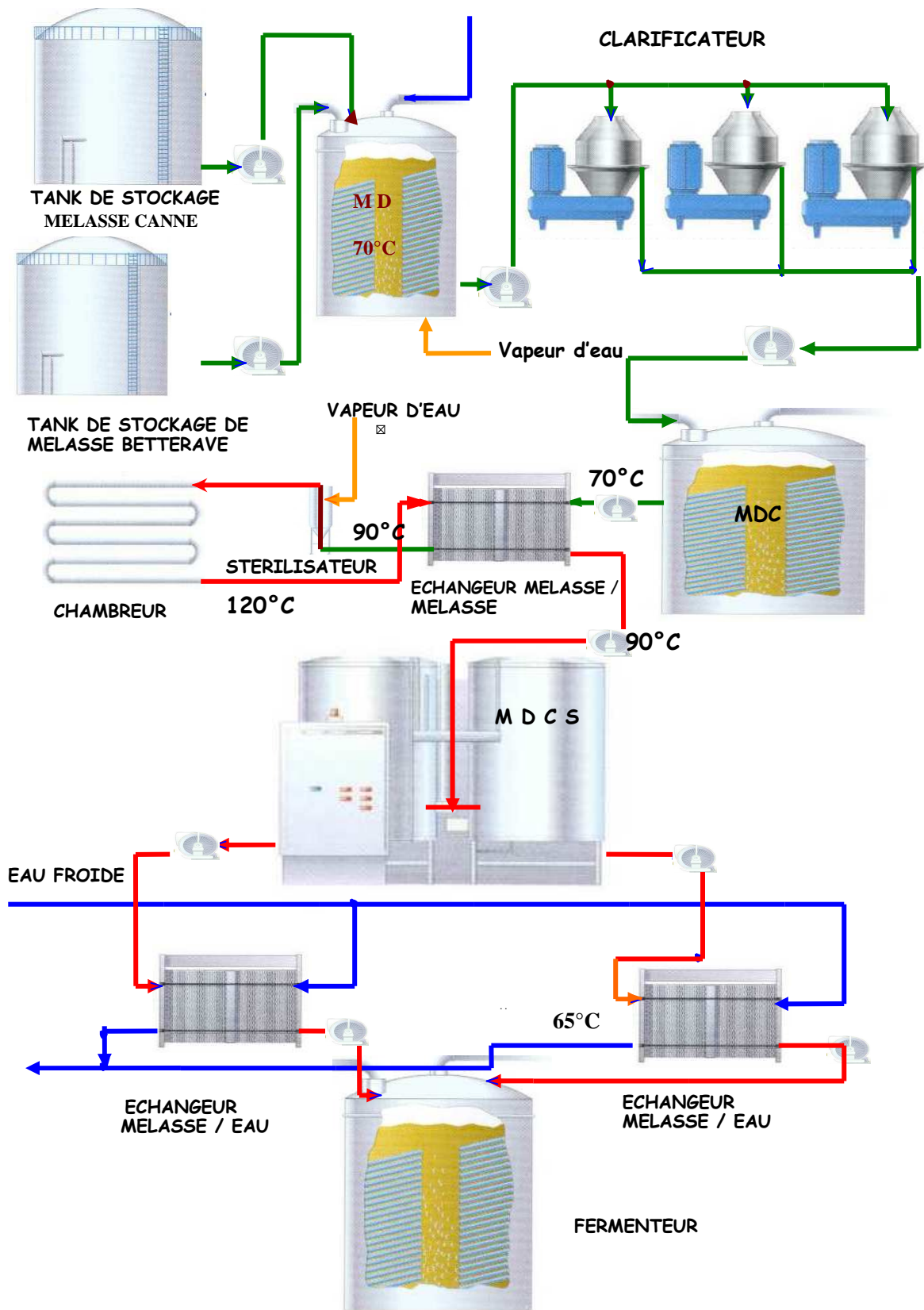


Figure 6 : Station de traitement de la mélasse

## ***2-Etapes de Production de la levure:***

### ***2.1- Ensemencement:***

Chaque mois la société Lesaffre Maroc reçoit de la France 2 souches de *Saccharomyces cerevisiae*. La première est destinée à la levure fraîche et l'autre à la levure sèche.

Ces souches sontensemencées 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 strictement aseptiques pour écarter tout risque de contamination, puis le contenu des tubes est transvasé dans un petit cône (250ml) appelé « Van Lear » dont le milieu nutritif très riche (sucre, Vitamine, sels .....), laissera possible une première multiplication cellulaires puis, le contenu du « Van Lear » est versé dans un ballon plus grand appelé « Carlsberg » où elles se multiplient à nouveau. Puis on fait passer le contenu dans une cuve de 800L. Par fois on donne la mélasse comme produit nutritif au lieu de sucres commercial.

#### ➤ **Pré-fermentation**

Après incubation dans la cuve de 800L, le mout obtenu passe à la cuve de la pré-fermentation où on ajoute de la mélasse et les autres éléments comme l'urée qui contient l'azote, le phosphate, le sulfate, le 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. On contrôle aussi le pH qui doit être entre 3,4 et 4,5 avec l'agitation. Les levures sont aérées grâce à l'oxygène de l'air.

#### ➤ **Fermentation**

Après la pré-fermentation. La phase de la fermentation se fait dans des grandes cuves. Elle consiste l'alimentation continue en mélasse et en autres ingrédients est continue après certain temps (17 heures), on a 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.

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

### ***2.2. Séparation***

Le mout, qui est un mélange de levure, d'eau et du reste de la mélasse, nécessite une séparation pour obtenir à la fin de l'opération une crème qui contient de la levure pure.

Après la crème est refroidie à une température de 4°C, placée dans une cuve d'acidification pour lutter contre le développement des bactéries puis séparée dans une cuve qui contient de l'eau et des éléments nutritifs (mélasse, urée, phosphate) et l'oxygène qui provient de l'air. Une deuxième séparation est effectuée par centrifugation, qui permet d'obtenir un liquide dense (crème) et un liquide léger, c'est le

moût délevuré qui est rejeté vers les égouts.

La séparation en fin de fermentation a pour objectif:

- ✓ De réduire le volume de la suspension de la levure.
- ✓ D'effectuer le lavage de la crème de la levure.

Il est possible d'optimiser la séparation en agissant sur deux paramètres à savoir la durée de séparation et le débit.

### **2.3. Stockage**

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 glucosée.

### **2.4. Filtration**

Cette étape consiste à éliminer l'eau présente dans la levure pour la préserver d'une éventuelle contamination puisque l'eau facilite l'altération par des microorganismes. La crème arrive au niveau d'un filtre rotatif qui contient une couche filtrante d'amidon qui ne laisse pénétrer que de l'eau et piège la levure grâce à sa petite porosité. A la surface du cylindre du filtre il y a création continue et uniforme du vide nécessaire à l'aspiration de l'eau à travers la couche d'amidon. En traversant la couche filtrante de l'extérieur vers l'intérieur: la levure est fixée à la surface de la couche et récupérée sous forme de levure râpée. L'eau filtrée est refoulée vers l'extérieur par une pompe d'évacuation.



**Figure 7 : Filtre rotatif**

### **2.5. Séchage**

Il existe deux types de levure sèche: SPI et SPH, elles diffèrent par la durée de séchage et par le pourcentage de matière sèche :

- **La SPI (levure sèche instantanée)** est caractérisé par des granulés sous formes de bâtonnets, un temps de séchage de 20min (pour une quantité de 1000Kg). Ce type de levure ne nécessite aucune phase de réhydratation avant son utilisation. Elle est emballée sous vide ou sous azote.

➤ **La SPH (levure sèche active)** est sous forme de granulés sphériques, et caractérisé par un duré de séchage de 4h pour une quantité de 400Kg à 500Kg. Le séchage s'effectue à 45°C. Elle est emballée sous air. 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.

### ***2.6. Emballage et conditionnement***

Il existe 2 types d'emballages selon le type de la levure :

#### ➤ ***LEVURE FRAICHE (ou compressée)***

La levure fraîche est emballée en l'enveloppant dans un papier par une automate programmable. Cette machine appelée découpeuse enveloppeuse boudineuse s'occupe de toutes les étapes de l'emballage. Dès que la levure sort du malaxeur bien homogénéisée et bien pressée elle passe à travers une moule qui lui donne sa forme appropriée jusqu'à une balance qui vérifie le poids de 500g de chaque unité avant d'être posée dans les cartons par les ouvriers. Les paquets passent par un détecteurs de métal (pour s'assurer qu'il n'y a que la levure dans ces cartons) et sont pesés (pour s'assurer qu'il n'y a ni manque ni excès de morceaux). En fin de ce parcours les cartons de levure sont envoyés au frigo pour être conservés à 4°C avant la sortie au marché.

#### ➤ ***LEVURE SECHE***

Pour la levure sèche, le gâteau provenant de la filtration sous vide est mélangé avec une quantité d'émulsifiant qui sert à conserver le produit plus longtemps et donne aussi la couleur blanche caractéristique de la levure. Le gâteau obtenu est transformé en vermicelle à l'aide d'une grille de porosité connue, ensuite elle est transférée au sécheur par une conduite vibratoire afin d'éliminer le maximum d'eau restant dans la cellule sans l'endommager, tout en augmentant le taux de matière sèche jusqu'à 94% pour la SPH et 95.5% pour la SPI.

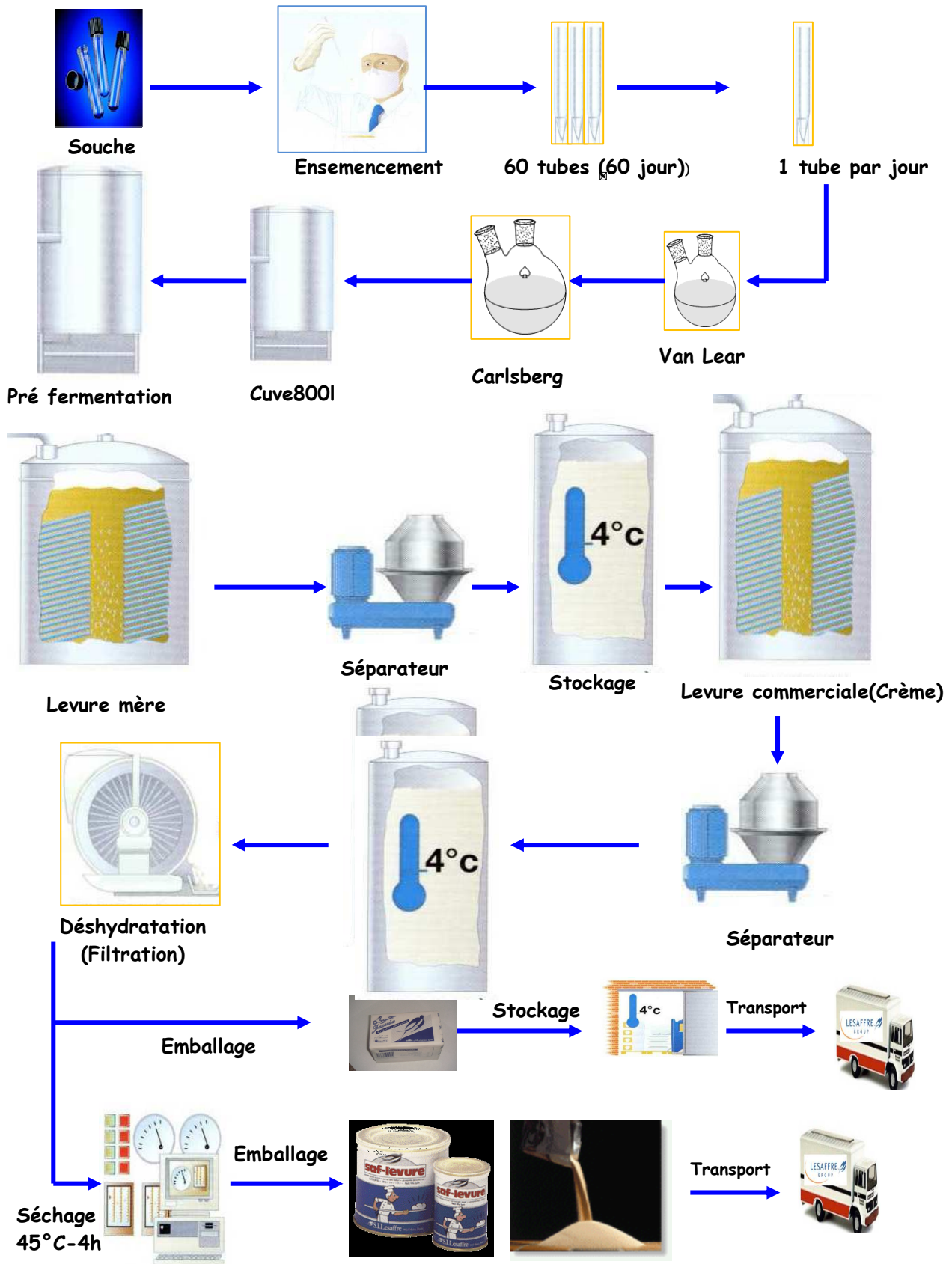
✓ **SPI:** levure sèche instantanée sous forme de petits bâtons fissurés emballés sous vide dans des sachets de 125g, 13g (Rafiaa) ou 500g, 25g(Nevada).

✓ **SPH:** levure sèche active ou à réhydratation sous forme de granules ou de sphérules, emballées sous air dans des sachets de 50g, 100g et 500g(jaouda).

### ***2.7. Conservation***

La levure fraîche est conservée à 4°C, alors que la levure sèche est conservée à température ambiante.





*Figure 8 : Etapes de production de la levure*



Le traitement de la mélasse passe par trois étapes principales; dilution, clarification et stérilisation. Ces étapes sont très importantes dans le procédé de la fabrication de la levure puisqu'elles permettent 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 est la stérilisation.

Vu cette importance, nous nous sommes intéressés au cours de ce stage de faire un dosage des sucres de la mélasse par évaluation des méthodes et à savoir les pertes des sucres au niveau de clarificateur, pour que la mélasse traitée soit dans les normes d'utilisation (mélasse avec un minimum de perte de sucres). Pour cela nous avons procédé à des analyses au niveau de clarification et pendant le débouillage.

## ***I-Mesures effectuées sur la mélasse:***

### ***I-1-Paramètres étudiés :***

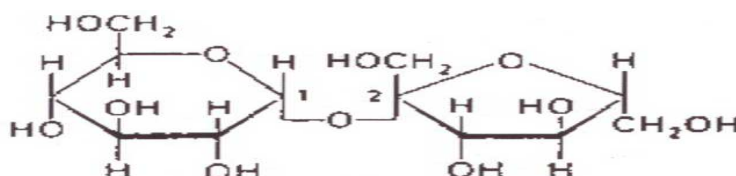
Pour atteindre l'objectif de notre sujet, nous avons effectué sur la mélasse betterave, la mélasse canne, la mélasse diluée, la mélasse diluée clarifiée stérilisée et sur le débouillage les analyses suivantes: Dosage du taux du saccharose, détermination du taux de Clerget, dosage des sucres libres et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

#### ***1.1. Méthode polarimétrique:***

##### ***$\alpha$ -Détermination du taux du saccharose***

##### ***principe :***

C'est un diholoside qui a la formule chimique  $C_{12}H_{22}O_{11}$  formé par une molécule de [glucose](#) et une molécule de [fructose](#), c'est le sucre de table extrait de la betterave sucrière et de la canne à sucre. L'emploi de saccharose comme substrat de fermentation est déjà ancien.



***Figure 9 : Structure chimique de saccharose***

##### ***Mode opératoire :***

Dans 5 fioles jaugées de 220ml on introduit successivement environ 8,14g de la canne, 8,14g de betterave, et 16,24g de la mélasse diluée, 16,24g de la mélasse diluée clarifiée stérilisée et 16,24g pour le débouillage, On ajoute quelques ml d'acétate de plomb basique en agitant, puis en complète à 220 ml avec l'eau distillée, On filtre notre solution à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

### Calcul du 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 :

$$\text{Taux du saccharose ( \% )} = \alpha_1 \cdot 1,1 \cdot 0,77 / \text{PE}$$

Avec :

$\alpha_1$  : l'angle de rotation

1,1 : facteur de dilution

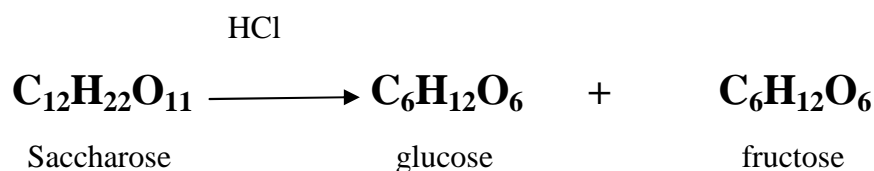
0,77 : constante de l'appareil

PE : prise d'essai

### b- Détermination du Taux du Clerget:

#### principe :

Clerget ou sucres invertis, 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, ce test consiste au clivage du saccharose en fructose et glucose, car la levure digeste facilement les sucres sous forme dissociée.

#### Mode opératoire :

Le mode opératoire est le même que celui du saccharose.

Après filtration, on prend environ 50ml du filtrat, on y ajoute 5ml d'acide chlorhydrique (37 %) tout en agitant. Ensuite on chauffe notre solution au bain marie à 70°C.

Après refroidissement on ajoute à notre solution une quantité du charbon actif en agitant, et après quelques minutes on fait une double filtration du mélange à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat.

### Calcul 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 :

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

Avec :  $\alpha_1$  : angle de rotation du saccharose

$\alpha_2$  : angle de rotation du saccharose inversé

1,1 : facteur de dilution

0,77 : constante de l'appareil

PE : prise d'essai

T° : température du filtrat en (°C).

## *1.2 méthode chimique:*

### a-dosage des sucres réducteurs libre :

#### 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.

#### Mode opératoire :

On pèse 20g de mélasse dans une fiole de 100ml, on y ajoute quelques ml d'acétate de plomb et on complète à 100ml avec l'eau distillée. On filtre notre mélange à l'aide d'un papier filtre et on récupère le filtrat. On prélève 5ml de filtrat, on y ajoute 10ml de double tartrate de sodium et 10ml de Sulfate de cuivre en agitant puis on complète à 100ml avec l'eau distillée. On porte le mélange à ébullition pendant 10 minutes.

Après refroidissement, 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. Le virage est indiqué par le changement de coloration de verte en bleu.

#### Remarque :

-on effectue aussi un dosage du blanc.

-la prise d'essai du filtrat est en fonction de la concentration des sucres réducteurs dans la mélasse.

#### Calcul du taux des sucres réducteurs :

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

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

Avec:

$V_{\text{(blanc)}}$  : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage du blanc.

$V_{\text{(échantillon)}}$  : 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.*

*L'acide chlorhydrique précipite  $PbCl_2$  (dans le cas de Clerget).*

**b-Dosage du taux de Clerget**

***Principe:***

Le **sucré inversé** est un mélange équimolaire de [glucose](#) et de [fructose](#) obtenu par [hydrolyse](#) du [saccharose](#). L'hydrolyse est réalisée soit par une [enzyme](#) l'[invertase](#) ou bien en présence d'acide

***Mode opératoire :***

On pèse 4g de chaque la (B-C-D-DSC-DB) dans une fiole de 200ml. On y ajoute presque 100 ml d'eau distillée chaude et on agite bien jusqu'à obtenir une solution homogène. On ajoute ensuite 10ml d'acétate de plomb (AsPb) pour **C,DNCS,DCS** et 20 ml pour **B,Db** et on complète à 200 ml avec l'eau distillée. On agite bien puis on filtre la solution avec papier filtre.

On prélève 50ml et on la met dans une fiole de 200ml. On y ajoute un peu d'eau distillée et 5ml d'acide chlorhydrique concentré. On ajuste le bain marie à 72°C et on met les fioles, une fois la température des solutions atteint 70°C on démarre le chronomètre, après 15 min on les fait sortir et on les laisse refroidir à température ambiante.

On neutralise ces solutions avec la soude NaOH 30% en utilisant le pH-mètre électronique et on complète à 200ml avec l'eau distillée.

On prélève 5 ml dans un erlenmeyer et on y ajoute 10ml de  $CuSO_4$  (oxydant) + 10ml de tartrate (complexant).

On complète à 100ml avec l'eau distillée. On met les solutions dans le bain marie à température d'ébullition pendant 8 min. On les fait sortir et les refroidir dans un bain de glace. On y ajoute 5ml d'acide acétique 5N + 25ml d'iode N/30 + 2ml d'empois d'amidon (indicateur coloré) et on dose par le thiosulfate de sodium.

Remarque : Au cours de la préparation des solutions à doser, on procède à un essai à blanc préalable avec de l'eau (10ml de CuSO<sub>4</sub> + 10ml de tartrate).

***Calcul du taux des sucres réducteurs :***

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

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

Avec:

$V_{\text{(blanc)}}$  : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage du blanc.

$V_{\text{(échantillon)}}$  : volume des thiosulfates de sodium versé lors du dosage de l'échantillon.

**1.03**: facteur de dilution.

## ***1.2 Résultats et interprétations:***

### ***2.1. Méthode polarimétrique***

#### **a-Taux du saccharose (sucre non réducteur):**

Les résultats d'analyse du saccharose dans la mélasse sont illustrés dans le tableau suivant:

**Tableau 2 : Taux de saccharose dans la mélasse**

DATE	Taux de Saccharose									
	Bettrave		Canne		Dilué		Dilué Clarifier Stériliser		Débourbage	
	$\alpha 1$	Sac(%)	$\alpha 1$	Sac(%)	$\alpha 1$	Sac(%)	$\alpha 1$	Sac(%)	$\alpha 1$	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



<b>3_Mai</b>	<b>0.70</b>	<b>47.71</b>	<b>0.50</b>	<b>40.40</b>	<b>0.65</b>	<b>25.76</b>	<b>0.65</b>	<b>24.98</b>	<b>0.50</b>	<b>0,41</b>
<b>4_Mai</b>	<b>0.70</b>	<b>47.71</b>	<b>0.55</b>	<b>38.15</b>	<b>0.60</b>	<b>25.33</b>	<b>0.60</b>	<b>24.55</b>	<b>0.35</b>	<b>0,41</b>
<b>07-Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>38.93</b>	<b>0.70</b>	<b>25.80</b>	<b>0.60</b>	<b>24.55</b>	<b>0.40</b>	<b>0,42</b>
<b>08_mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.70</b>	<b>25.41</b>	<b>0.60</b>	<b>24.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0,46</b>
<b>09_Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.60</b>	<b>39.78</b>	<b>0.70</b>	<b>25.41</b>	<b>0.65</b>	<b>24.59</b>	<b>0.60</b>	<b>0,45</b>
<b>10_mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.65</b>	<b>25.37</b>	<b>0.75</b>	<b>25.45</b>	<b>0.55</b>	<b>0,46</b>
<b>11_Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>38.93</b>	<b>0.75</b>	<b>25.84</b>	<b>0.65</b>	<b>24.59</b>	<b>0.50</b>	<b>0,45</b>
<b>12_Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.60</b>	<b>25.33</b>	<b>0.70</b>	<b>25.02</b>	<b>0.50</b>	<b>0,44</b>
<b>14-Mai</b>	<b>0.70</b>	<b>46.93</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.65</b>	<b>25.37</b>	<b>0.65</b>	<b>24.59</b>	<b>0.50</b>	<b>0,45</b>
<b>15-Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.60</b>	<b>39.78</b>	<b>0.65</b>	<b>24.98</b>	<b>0.60</b>	<b>24.94</b>	<b>0.50</b>	<b>0,41</b>
<b>16-Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.70</b>	<b>25.41</b>	<b>0.70</b>	<b>24.63</b>	<b>0.55</b>	<b>0,45</b>
<b>17-Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.08</b>	<b>0.60</b>	<b>40.56</b>	<b>0.70</b>	<b>26.57</b>	<b>0.65</b>	<b>25.76</b>	<b>0.55</b>	<b>0,44</b>
<b>18-Mai</b>	<b>0.65</b>	<b>46.85</b>	<b>0.55</b>	<b>39.70</b>	<b>0.65</b>	<b>25.76</b>	<b>0.65</b>	<b>24.59</b>	<b>0.50</b>	<b>0,44</b>
<b>Moyne</b>	<b>0.66</b>	<b>46.93</b>	<b>0.56</b>	<b>39.60</b>	<b>0.67</b>	<b>25.56</b>	<b>0.65</b>	<b>24.83</b>	<b>0.50</b>	<b>0,44</b>
<b>Max</b>	<b>0.70</b>	<b>47.71</b>	<b>0.60</b>	<b>40.56</b>	<b>0.75</b>	<b>26.57</b>	<b>0.75</b>	<b>25.76</b>	<b>0.60</b>	<b>0,46</b>
<b>Min</b>	<b>0.65</b>	<b>46.08</b>	<b>0.50</b>	<b>38.15</b>	<b>0.60</b>	<b>24.98</b>	<b>0.60</b>	<b>24.55</b>	<b>0.35</b>	<b>0,41</b>
<b>E.Type</b>	<b>0.02</b>	<b>0.47</b>	<b>0.03</b>	<b>0.71</b>	<b>0.04</b>	<b>0.45</b>	<b>0.04</b>	<b>0.42</b>	<b>0.07</b>	<b>0,02</b>



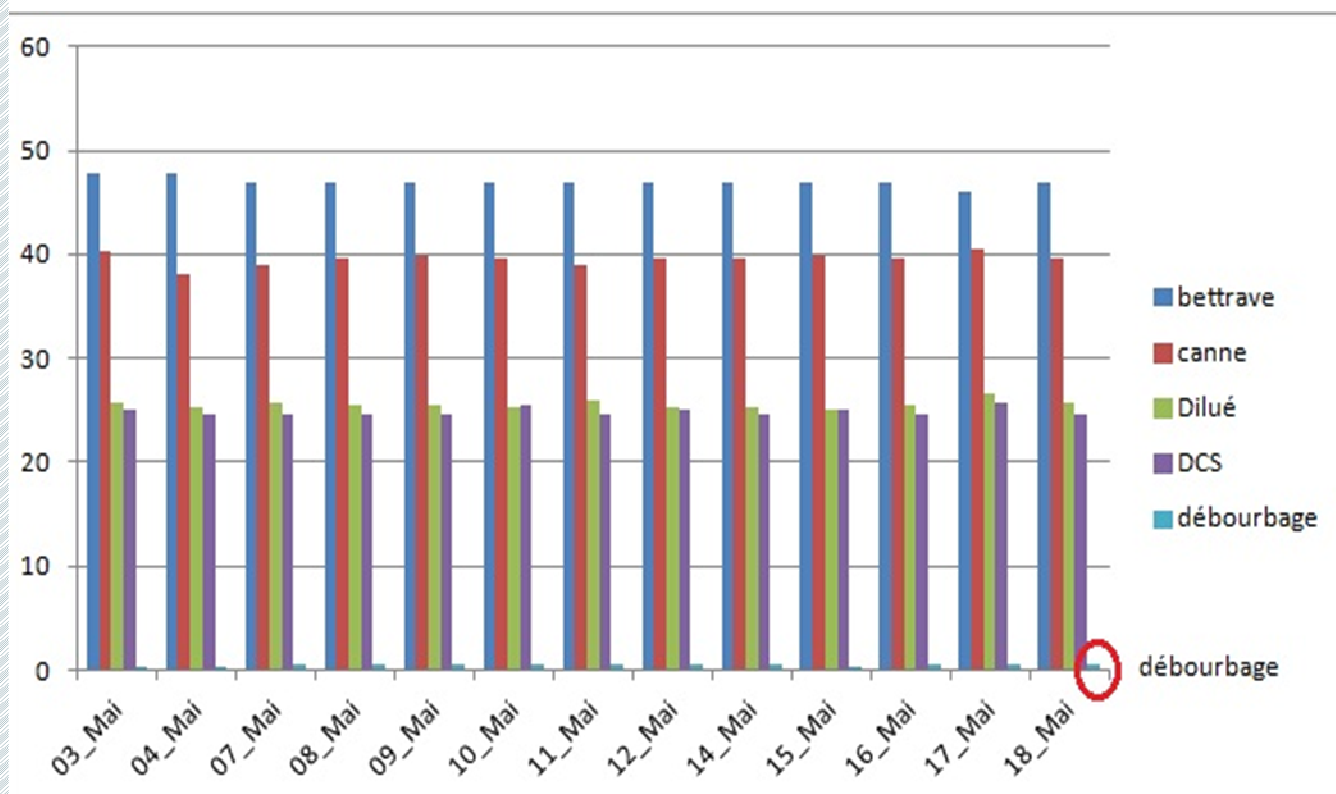


Figure 11 : Taux de Clerget dans la mélasse

➤ **Interprétation:**

Les résultats d'analyses présentés selon la figure 11 sont presque identiques à ceux du saccharose (figure 10). Le taux de Clerget varie très peu durant les 13 jours d'analyse.

- On remarque que le pourcentage du taux de Clerget dans la betterave est supérieur à celui de la canne ce qui permet de constater que la betterave est plus riche en sucre réducteur que la canne.
- Dans ce cas on note aussi une variation très minime du taux de Clerget dans la D et la DCS, cela peut être expliqué par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.
- Le pourcentage du taux de Clerget dans le débouillage est très faible (presque nul), ceci est dû à l'absence de pertes pendant la clarification, donc une bonne efficacité du clarificateur.

## 2.2.Méthode chimique

### a-Taux de sucres libres (réducteurs)

Tableau 4: Taux de sucres libres dans la mélasse:

DATE	Méthode chimique « sucre libre »									
	B		C		D		DCS		DB	
	V	SRL%	V	SRL%	V	SRL%	V	SRL%	V	SRL%
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

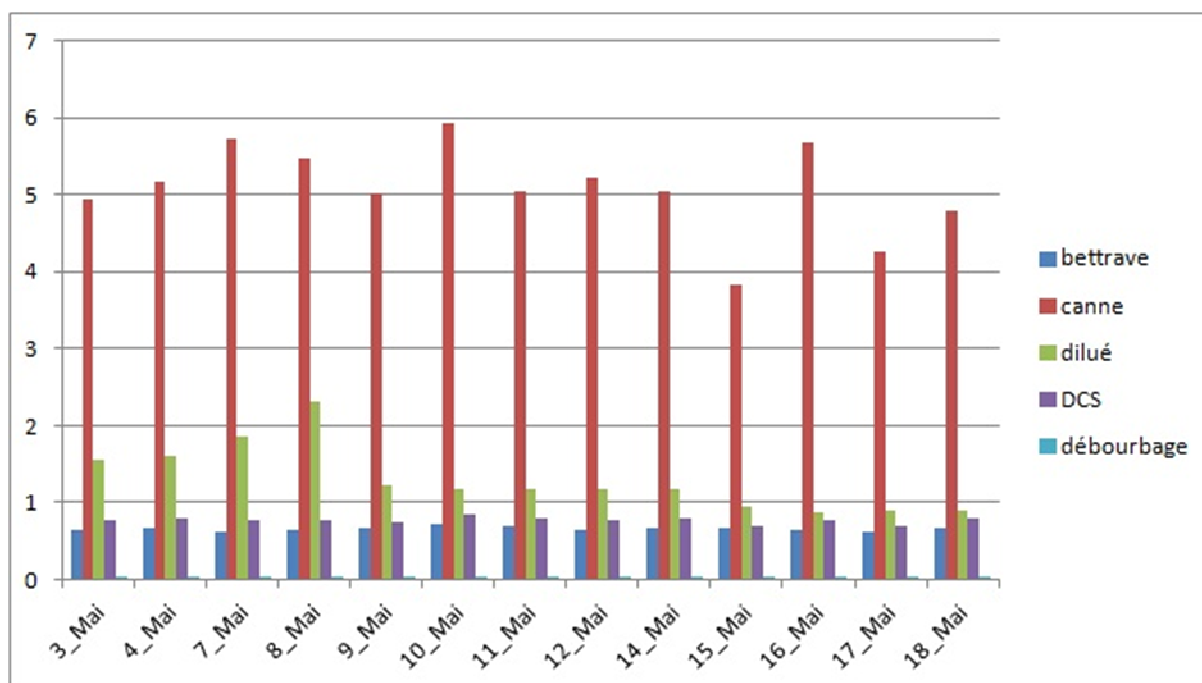


Figure 12 : Taux de sucres libres dans la mélasse

➤ **Interprétation:**

D'après la figure 12 on note une variation très importante des résultats d'analyses effectuée sur les 5 échantillons.

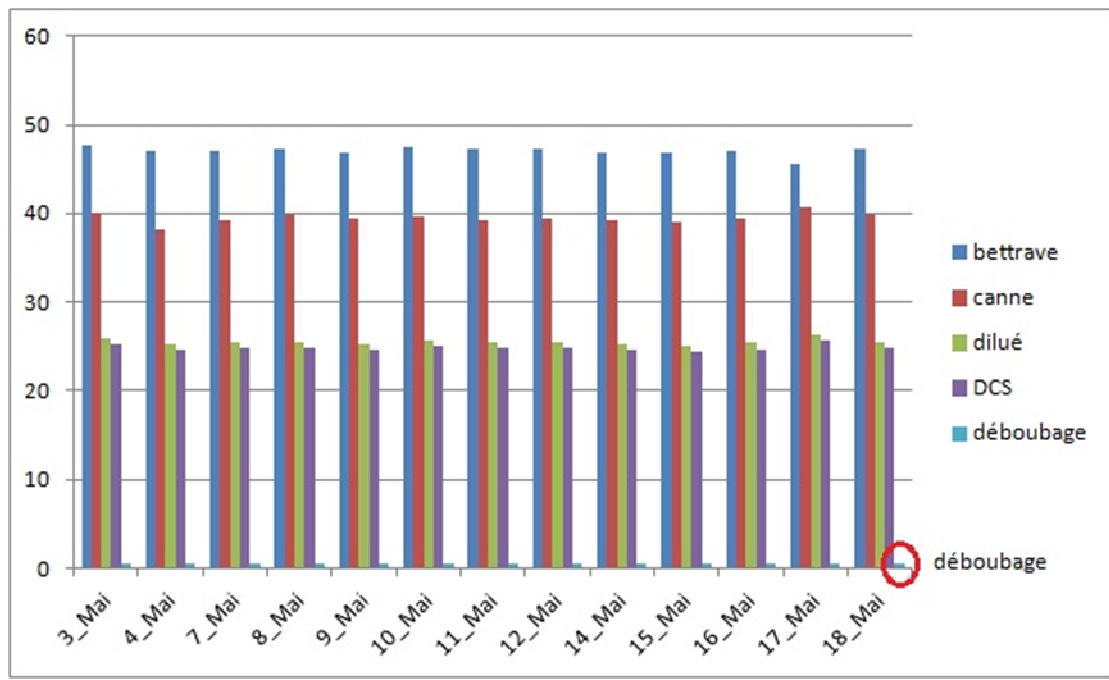
- Le pourcentage des sucres libres dans la canne est largement supérieur à celui dans la betterave, donc la canne est plus riche en sucres réducteurs que la betterave.
- Dans les 4 premiers jours le taux de sucres réducteurs libres dans la mélasse diluée et nettement supérieur à celui dans la mélasse diluée clarifiée stérilisée, après les résultats d'analyse se ressemblent. Cette anomalie peut être due au changement de la mélasse après les 4 jours.
- Comme dans les cas précédents, le pourcentage de taux de sucres libres dans le débouillage est très faible, ce qui montre bien l'absence des pertes pendant l'étape de clarification.

### **b-Taux de Clerget (réducteur)**

*Tableau 5 : Taux de Clerget.*

Date	Méthode chimique « Clerget »
------	------------------------------

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



*Figure 13: Taux de Clerget dans la mélasse*

➤ **Interprétations:**

Les résultats d'analyses présentés selon la figure 13 sont presque identiques à ceux du taux de Clerget obtenu selon la méthode polarimétrique (figure11). Le taux du Clerget varie très peu durant les 13 jours d'analyse.

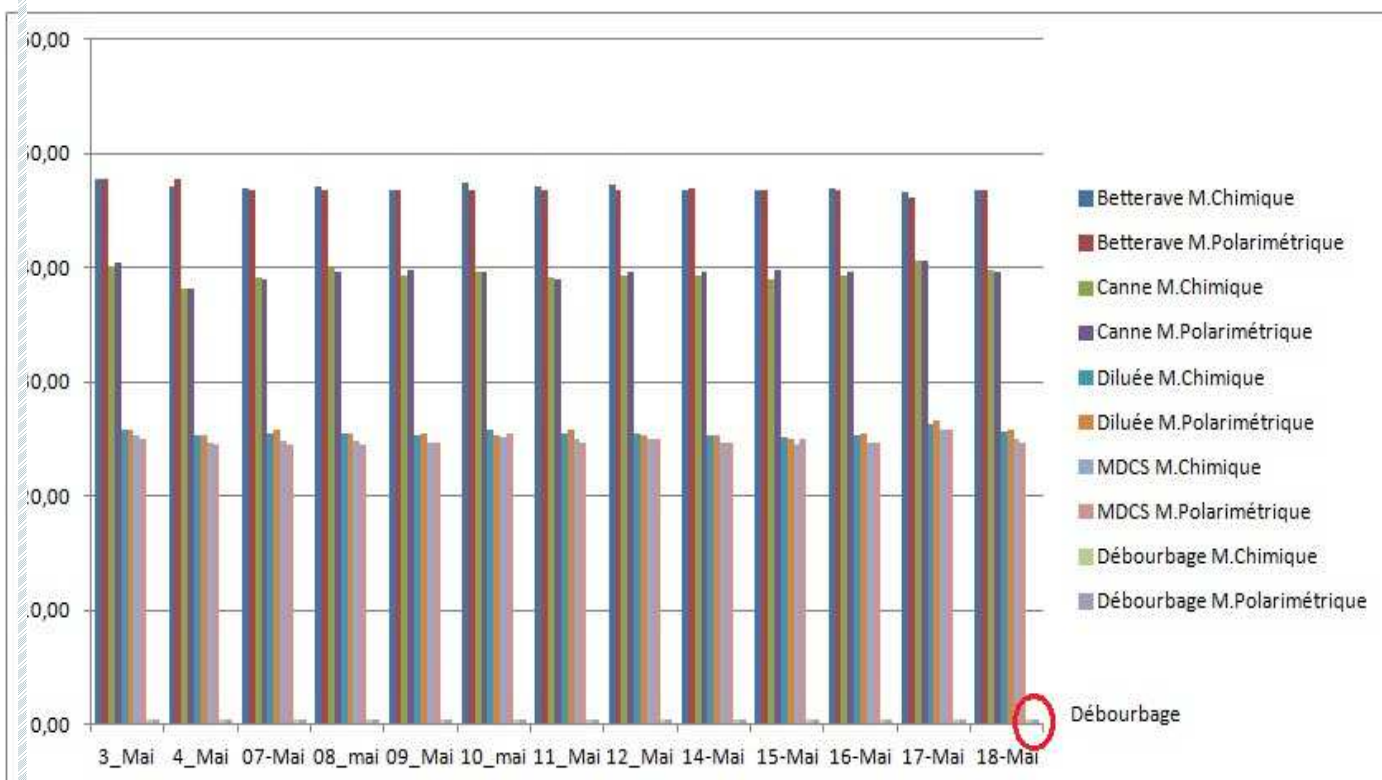
- On remarque que le pourcentage du taux de Clerget dans la betterave est supérieur à celui de la canne ce qui permet de constater que la betterave est plus riche en sucre réducteur que la canne.
- Dans ce cas on note aussi une variation très minime du taux de Clerget dans la D et la DCS, cela peut être expliqué par le bon fonctionnement du clarificateur lors de l'élimination des impuretés.
- Le pourcentage du taux de Clerget dans le débouage est très faible (presque nul), ceci est dû à l'absence de pertes pendant la clarification, donc une bonne efficacité du clarificateur.

### *I.3. Comparaison entre les deux méthodes.*

Nous nous sommes intéressés dans ce cas de faire une comparaison entre les résultats d'analyses obtenus dans les deux méthodes polarimétrique et chimique. L'objectif de cette comparaison est de montrer l'avantage ou l'inconvénient de telle ou telle méthode. Les résultats de comparaison sont groupés dans le tableau suivant

*Tableau 6: tableau comparatif du taux de Clerget dans la méthode chimique et polarimétrique.*

Comparaisons 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 14: comparaison entre la méthode polarimétrique et la méthode chimique**

➤ **Interprétation:**

D'après l'allure des histogrammes présentées sur la figure 14 on constate que les résultats obtenus des deux méthodes sont similaires, on peut conclure que ces deux méthodes sont très comparables.

# *Conclusion*

Au cours de ce travail de stage réalisé au sein du laboratoire de LESAFFRE, j'ai pu maîtriser les techniques de production de la levure ainsi que l'utilisation des méthodes d'analyses *physico-chimique*.

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

Cette étude a été réalisée par deux méthodes différentes a savoir la méthode polarimétrique et la méthode chimique. Les résultats d'analyses obtenus montrent les deux méthodes sont des techniques très efficaces et comparables.

En perspective nous souhaitons faire une étude statistique pour valider la méthode chimique qui est plus pratique et plus précise que la méthode polarimétrique sensorielle.